

BIBLIOTECA CIENTÍFICO-FILOSÓFICA

HENRY DE VARIGNY

Doctor en ciencias naturales,
Laureado de la Facultad de Medicina, Miembro de la Sociedad
de Biología.

LA NATURALEZA Y LA VIDA

LA VIDA EN GENERAL — LA VIDA DE LO INANIMADO
LA MINERALOGÍA DE LA VIDA — EL AGUA Y LA VIDA
LOS VENENOS NECESARIOS — LA VOLUNTAD DE VIVIR
LAS RESISTENCIAS DE LA NATURALEZA
LA ACCIÓN DE LA VIDA SOBRE EL MEDIO
LA DEPENDENCIA UNIVERSAL — LO QUE QUIERE LA NATURALEZA
LA VEJEZ — LOS GRADOS DE LA MUERTE

TRADUCCIÓN DE E. LOZANO

MADRID
DANIEL JORRO, EDITOR
23, CALLE DE LA PAZ, 23
1907

DR
6990

BIBLIOTECA INTERNACIONAL
DE
PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL
NORMAL Y PATOLÓGICA

PRECIO DE CADA TOMO: 4 PESETAS

Tomos publicados:

- CUYER. **La mimica.**—Traducción de *Alejandro Miquis*. Con 75 figuras. Madrid, 1906.
- DUGAS. **La imaginación.**—Traducción del Dr. César Juarros. Madrid, 1905.
- DUPRAT. **La moral.**—Fundamentos psico-sociológicos de una conducta racional. Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1905.
- GRASSET. **El hipnotismo y la sugestión.**—Traducido por Eduardo García del Real. Con figuras. Madrid, 1906.
- MALAPERT. **El carácter.**—Traducido por José María González. Madrid, 1905.
- MARCHAND. **El gusto.**—Traducción de Alejo García Góngora. Con 33 figuras. Madrid, 1906.
- NUEL. **La visión.**—Traducida por el Dr. Víctor Martín. Con 22 figuras. Madrid, 1905.
- PAULHAN. **La voluntad.** Traducción de Ricardo Rubio. Madrid, 1905.
- SERGI. **Las emociones.** Traducido por Julián Besteiro. Con figuras. Madrid, 1906.
- TOULOUSE, VASCHIDE Y PIERON. **Técnica de Psicología experimental.** (*Examen de sujetos.*) Traducción de Ricardo Rubio, con figuras. Madrid, 1906.
- VAN BIERVLIET. **La memoria.** Traducido por Martín Navarro. Madrid, 1905.
- VIGOROUX Y JUQUÉLIER. **El contagio mental.**—Traducción del Dr. César Juarros. Madrid, 1906.
- WOODWORTH. **El movimiento.**—Traducción de Domingo Vaca, con figuras. Madrid, 1907.

Se publican estos volúmenes en tomos de 350 á 500 páginas, de tamaño 19 × 12 centímetros, con ó sin figuras en el texto.

OBRAJ DE FONDO

- BARCIA (D. R.)—«Sinónimos castellanos». En 4.º, 8 pesetas.
- CABELLO Y ASO.—«Estética de las artes del dibujo. La arquitectura, su teoría estética expuesta, comprobada y aplicada á la composición, constituyendo un ensayo de teoría del arte». En 4.º, 8 pesetas.
- CASTELAR (E.)—«Galería histórica de mujeres célebres». Ocho tomos en 4.º, 40 pesetas.
- CORRADI (D. Fernando).—«Lecciones de oratoria». En 4.º, 3 pesetas.
- CURTIUS.—«Historia de Grecia». Ocho tomos en 4.º, 40 pesetas.
- DUBOIX.—«Historia del derecho penal en España». Versión al castellano, anotada y adicionada con apéndices por D. José Vicente y Caravantes. Madrid, 1872. Un tomo en 8.º de 568 páginas, 5 pesetas.
- ESQUIVEL (D. A. M.)—«Tratado de anatomía pictórica». En folio, con 18 láminas, 7 pesetas.
- FLAUBERT.—«La educación

ra-
Ma-
ra-
on
Y
co-
va-
de
as.
o-
Na-
El
uc-
fa-
vi-
Oo-
fa-
de
re-
be-
re-
ón
io-
sé
d,
68
ta-
En
se-
ón

La naturaleza y la vida

BIBLIOTECA CIENTÍFICO-FILOSÓFICA

HENRY DE VARIGNY

Doctor en ciencias naturales,
Laureado de la Facultad de Medicina, Miembro de la Sociedad
de Biología.

LA NATURALEZA Y LA VIDA

LA VIDA EN GENERAL — LA VIDA DE LO INANIMADO
LA MINERALOGÍA DE LA VIDA — EL AGUA Y LA VIDA
LOS VENENOS NECESARIOS — LA VOLUNTAD DE VIVIR
LAS RESISTENCIAS DE LA NATURALEZA
LA ACCIÓN DE LA VIDA SOBRE EL MEDIO
LA DEPENDENCIA UNIVERSAL — LO QUE QUIERE LA NATURALEZA
LA VEJEZ — LOS GRADOS DE LA MUERTE

TRADUCCIÓN DE E. LOZANO

MADRID

DANIEL JORRO, EDITOR

23, CALLE DE LA PAZ, 23

1907

1180144
DR
6940

Fondo bibliográfico
Dionisio Aldruejo
Biblioteca Pública de Seria

6940

ES PROPIEDAD

MADRID: 1907.—Ginés Carrión, impresor, Verónica, 13 y 15.

PRÓLOGO

No está obligado el autor á considerar todos los aspectos ó detalles de su asunto. Tiene derecho á tratarle únicamente bajo aquellos puntos de vista que, con razón ó sin ella, considera preferentes, y en las partes que le parezcan más interesantes, de igual modo que el casual visitante de un jardín botánico tiene derecho á detenerse ante las plantas que más solicitan su atención, prescindiendo de las demás, quizá más meritorias. Por esta razón, las páginas que siguen no constituyen un tratado didáctico. El autor se ha propuesto, únicamente, indicar algunos problemas, desenvolver algunas ideas que, en su opinión, deben presentarse con más relieve que otras del mismo orden. El cuadro de los problemas más referentes á la naturale-

za y la vida es tan vasto, que hacer un resumen de todos ellos, por ligero que fuera, sería intento presuntuoso. Ha sido necesario limitar el asunto de este libro al estudio de la vida en general, considerada en algunas de sus relaciones con el medio en que se desenvuelve.

París, 8 de Marzo 1905.

LA VIDA EN GENERAL

La naturaleza y la vida

CAPÍTULO PRIMERO

¿DE DÓNDE VIENE LA VIDA?

Qué es la vida.—Antigüedad de la vida sobre la tierra.—Su ubicuidad.—Su diversidad.—Carácter conservador y revolucionario de la naturaleza.—¿Será el hombre reemplazado por algún forma superior?—Los orígenes de la vida.—La doctrina de la generación espontánea.—De Aristóteles á Pasteur.—La doctrina del origen extraplanetario de la vida.—La hipótesis de Lord Kelvin y de Helmholtz.—¿Existen seres vivos fuera de la tierra?—De planeta á planeta.—Los meteoritos: su composición y número.—¿Han sido los meteoritos vehículos de la vida?—El pro y el contra.—La temperatura del espacio.—De -150° á $+6.000^{\circ}$.—Resistencia de las semillas al frío, al calor y á la privación de aire.—A 200° bajo cero.—Nueva forma de la vida.—Tres fases: biosis, hipnosis, necrosis.—La vida en suspenso.—Ni vida ni muerte.—Un proyecto de John Hunter.—El hombre inmortal.—Una experiencia con peces.—La vuelta á la vida de los peces congelados.—Observaciones de Geoffroy Saint-Hilaire y Franklin.—Necesidad de distinguir ciertos casos.—Los renacuajos en el hielo.—Otra hipótesis: el pirozoísmo de Pflüger.—Paradoja ingeniosa.—Nueva forma de la doctrina de la generación espontánea.—Opiniones de Haeckel, Pflüger, L. Herrera.—La vida surgió espontáneamente durante algún remoto período geológico.—Formación del cianógeno.—Un caso de generación espontánea de orden químico.—Conclusión provisional.

La vida se manifiesta con infinita variedad en nuestro planeta, pero ofreciendo siempre ciertos caracteres comunes; revistiendo formas de diversidad sorprendente; adaptándose á circunstancias muy heterogéneas. Por grandes que sean las diferencias que existen entre una ameba, un mamífero,

un gusano, una planta, estos seres se asemejan en algunas de sus manifestaciones y en la sujeción común á ciertas leyes generales. Todo el mundo sabe lo que se entiende por ser vivo; pero no es empresa fácil definir la vida, si no se atiende exclusivamente á sus efectos ó á la enumeración de sus atributos. A pesar de la multitud de definiciones en que abundan los tratados de fisiología, no poseemos la general que, fundada en realidades íntimas, comprende y completa todas las demás. Es pura tautología presentar la vida como el conjunto de los fenómenos comunes á todos los seres vivos. Equivale á decir: la vida es la vida. Pero, después de todo, podemos prescindir de la definición. Se puede estudiar las manifestaciones y las leyes de la vida sin saber lo que es la vida, del mismo modo que se estudia la electricidad sin saber exactamente en qué consiste esta actividad natural.

No solamente se extiende la vida por todo el espacio accesible, desde los polos al ecuador, desde los picos del Himalaya á las sombrías profundidades del Océano, sino que también se extiende indefinidamente en el tiempo. Por lo menos, ha existido en la tierra desde la época en que se depositaron los estratos más antiguos sobre el núcleo, aún caliente, de los terrenos ígneos. A la época azóica del globo, cuando éste era una masa incandescente, ha seguido la época euzóica, en la cual la vida, escasa y poco diversa primero, se ha desenvuelto gradual-

mente, ganando en variedad y enriqueciéndose hasta culminar en la producción de las formas superiores de la animalidad y aparición del hombre. No es posible hacer conjeturas sobre la duración de esta época; pero seguramente sobrevendrá, tarde ó temprano, una época apozóica. A consecuencia del enfriamiento del sol perecerá la tierra, perdiendo su flora, privada del calor necesario para su vida, y desapareciendo su fauna por falta de plantas que devorar. Pero esta eventualidad es muy remota y la humanidad tiene sobrado tiempo para trabajar y filosofar antes de su definitivo aniquilamiento.

Mucho se ha diversificado la vida desde el momento de su aparición. Se manifiesta, á la vez, como revolucionaria y conservadora. Conservadora en este sentido; que, probablemente, existen aún los tipos de organismos que primero aparecieron sobre la tierra—alguna monera, algún protista indeterminado, mitad planta, mitad animal; más bien ni planta ni animal, cercano pariente de los dos tipos, aunque diferente de ambos.

Quizá tal género ó tal especie de braquiopodos de los mares actuales existía ya en los albores de la época euzóica, y ha continuado existiendo sin modificaciones, tal como era en el periodo silúrico. Aun cuando muchos tipos de organismos vegetales y animales, han perecido durante el curso de las épocas geológicas, después de alcanzar un pe-

río de esplendor más ó menos largo, se puede afirmar que la fauna y la flora actuales ofrecen los descendientes, á veces muy modificados, de la mayoría de los tipos nuevos que, en el curso de la evolución general de los seres vivos, han aparecido durante el trabajo progresivo realizado por la naturaleza para la producción de seres más especializados y superiores. La tendencia conservadora de la naturaleza se mide por el número de formas que, no obstante haber sido excedidas en perfección orgánica, han «persistido en el sér.» No es menos aparente su instinto revolucionario. Se revela éste en el *nisus* que culmina en la producción de los tipos superiores actuales, de plantas y animales; en el perfeccionamiento de las formas y de las funciones; en la mayor diversidad, en la especialización progresiva, en el paso constante de lo homogéneo á lo heterogéneo de que habla Spencer, en una palabra, en el progreso: progreso orgánico, fisiológico, psicológico y moral. ¿Ha concluido el *nisus*?; la naturaleza,—que, según una frase de Robinet, que refleja la noción antropocéntrica que supone al hombre como centro y fin de la creación, «s'apprend á faire l'homme»—¿ha agotado sus ensayos? ¿Ha llegado la evolución á su apogeo? Tantas formas animales han pasado sobre el globo sin haber conseguido la preponderancia, el dominio sobre la naturaleza viviente é inanimada que el hombre ha alcanzado, que no es indiscreto preguntar: ¿conti-

nuará la evolución y será el hombre reemplazado por formas nuevas? El problema puede discutirse: hay, sin duda, más razones en contra que en pro de la respuesta negativa; el porvenir será, según toda evidencia, del organismo más inteligente y no de la animalidad más perfeccionada. Pero este problema no puede tratarse ó exponerse en unas cuantas líneas; contentémonos, pues, con enunciarle.

Enunciados los problemas que no han de tratarse en este libro, consideremos, ahora, el primero de los que nos proponemos estudiar: el del origen de la vida. ¿De dónde viene la vida? ó más propiamente dicho, ¿cómo ha principiado la vida?

Nada hay más sencillo, dice Aristóteles, y con él toda la edad media. Los animales superiores han tenido progenitores; pero las formas inferiores se producen por generación espontánea: muchos peces, gran número de mariscos, gusanos é insectos, han aparecido de este modo. Por generación espontánea trae Virgilio las abejas al mundo. Van Helmont pretendía que, ayudando ligeramente á la naturaleza, representada por un grano de trigo, podía producirse un ratón en veinte días. La ayuda consistía en una camisa sucia. El ratón aparecía sin duda; pero no de la manera que Van Helmont se figuraba.

La teoría de la generación espontánea estuvo muy en boga durante mucho tiempo. El italiano Redi la atacó vigorosamente en el siglo XVIII. Los

gusanos de la carne, sostenía Redi, no nacen espontáneamente: cubriendo la carne con una gasa que impida el acceso de las moscas, los gusanos, que son las larvas de estos insectos, no aparecen. Convengamos, por lo menos, decían los partidarios de Aristóteles, en que los infusorios nacen espontáneamente. He aquí la hierba y el agua pura; pongamos la hierba en el agua y al cabo de algunos días el líquido está saturado de infusorios. Esto sucede, contestaron los naturalistas, porque los infusorios están adheridos á las hojas de la hierba; y el microscopio, recién nacido entonces, demostró la verdad de esta réplica. Pouchet, último defensor de la tradición, pretendió demostrar, con experimentos muy ingeniosos, que los microbios, ya que no las demás formas vivas, eran producto de generación espontánea. Pero Pasteur, mediante experimentos aún más ingeniosos, demostró lo contrario. La lucha concluyó, y los partidarios de la generación espontánea fueron derrotados en toda la línea.

Al mismo tiempo, surgía otra doctrina que, en realidad, no hace otra cosa que alejar la dificultad; pero es, sin embargo, interesante y ha merecido la aprobación de espíritus eminentes como Lord Kelvin y Helmholtz. Es esta la hipótesis de los cosmozoarios tal como fué formulada hacia el 1865 por un médico de Dresde, H. L. Richter, y más tarde por Cohn, eminente botánico de Breslau.

Según esta doctrina, la vida no ha tenido origen en la tierra, sino que ha venido del exterior, traída de otros mundos habitados, por los meteoritos, los cuales, además, han aportado materias orgánicas, como la *orgueillita* y *bokkewelita*, análogas á la resina (1).

Una objeción surge inmediatamente. En la mayoría de los casos, el meteorito, que penetra en la atmósfera con una velocidad de 40 á 60 *kilómetros* por segundo (Lochyer), se calienta por efecto del rozamiento y compresión del aire hasta el punto de incandescencia. Se ha calculado que la temperatura de un aerolito puede elevarse hasta alcanzar 4.000 ó 6.000 grados... ¿Puede admitirse que los gérmenes pueden soportar semejante calor?

Ciertamente que no. La experiencia ha demostrado que las semillas pueden resistir 100° y 120° de calor seco durante algunas horas. A 150° ó 200°, aun en las condiciones más favorables—calor seco y aire seco—la muerte sobreviene fatalmente y los microbios, de cualquier forma que sean, perecen también.

Pero, no siempre los meteoritos adquieren las temperaturas mencionadas, y con frecuencia el calentamiento es, solamente, superficial. Se han

(1) La *orgueillita* es una mezcla de silicatos magnésicos hidratados, asociados con una ó varias sustancias orgánicas, análogas á las resinas fósiles. Es combustible, desprendiendo al arder olor bituminoso.

recogido meteoritos cuya temperatura difería muy poco del ambiente y aun, en algunos casos, era más baja: *freddissimo*, dice el Sr. Bombicci, de un bloque recogido en 1883. En Dhurmsalla, India, se recogieron, en 1860, fragmentos que, inmediatamente después de su caída, ofrecían una temperatura tan baja que entumecían los dedos.

Este hecho tiene explicación sencilla. Los meteoritos, materiales procedentes de la demolición de los astros, circulan en el frío del espacio (de -50° á -150°) antes de caer sobre la tierra. Deben, pues, enfriarse. Los fragmentos pequeños se calentarán, quizá, en toda su masa al penetrar en la atmósfera; pero los bloques voluminosos pueden calentarse únicamente en la superficie y conservar en el interior su temperatura baja. Como ha dicho Agassiz, este fenómeno es semejante al del hielo frito de los chinos; un fragmento de hielo que introducido en trozo de pasta de harina se echa á la sartén. La pasta se fríe antes que el calor haya penetrado en la masa y fundido el hielo.

Por tanto, los meteoritos pueden llegar á la tierra sin calentarse demasiado y, si los gérmenes vivos están alojados en el fondo de alguna grieta, no hay razón para que sean destruídos por el calor.

Otra objeción: Quizá los gérmenes no se quemen; pero es posible que se congelen—porque el frío del espacio no es un mito, sino una realidad

calculada por los físicos y evidenciada por los meteoritos.—¿Puede la célula resistir el frío?

La experiencia ha contestado afirmativamente. Pictet, de Candolle, Wartmann, Chodat, Brown y Escombe, han demostrado que las semillas y las bacterias pueden soportar sin inconveniente fríos considerables—200° bajo cero.—Los últimos autores citados han probado que la mayor parte de las semillas que ensayaron han resistido, sin consecuencia, durante cien horas, una temperatura de 190° bajo cero. En 1895, de Candolle observó que las semillas resistían durante ciento diez y ocho días temperaturas comprendidas entre 37° y 53° bajo cero. Estos hechos tienen gran interés cuando se les relaciona con otros descubiertos en los últimos años.

Hasta hace poco tiempo se ha creído que, á pesar de ofrecer las semillas la apariencia del sueño y suspensión de la vida, mantenían ésta, sin embargo, en un grado de relativa actividad, realizándose con mucha lentitud ciertas funciones, como la respiración, y algunos cambios íntimos de nutrición. Esta creencia era errónea; dichas funciones no se verifican tampoco á las temperaturas mencionadas, cuya acción es tan poderosa que aun las sustancias químicas pierden, bajo su influjo, sus propiedades y afinidades características.

Y, ¿cómo es posible creer en esta respiración y en estos fenómenos vitales, cuando semillas con-

servadas en el vacío no han secretado ni aun la mínima porción de ácido carbónico capaz de ser discernida con el auxilio del espectroscopio? ¿Cuándo se ha observado que semillas de alfalfa, conservadas durante diez y seis años en nitrógeno, cloro, hidrógeno, alcohol puro, germinaron expuestas á la acción del calor y humedad? ¿Cuándo algunos guisantes sumergidos en mercurio durante más de cinco años por Víctor Jodin, conservaron su vitalidad? ¿Cuándo otras semillas han resistido quince meses en el vacío á una millonésima de atmósfera y tres meses en el vacío seguidos de once meses de sumersión en éter, cloroforno, sulfuro de carbono ó alcohol con sublimado?

En estas condiciones no es posible creer en la existencia de cambios ó manifestaciones vitales de ninguna especie.

Resulta, pues, suspensión absoluta de la vida; pero no la muerte, porque la vida activa es aún posible. Tampoco puede decirse que, en esas condiciones, el sér vive; porque la vida es el cambio, el movimiento, sino que se encuentra en un estado intermedio entre la vida y la muerte. Entre la *biosis* y *necrosis* (estados de vida y muerte verdaderos), es preciso intercalar la *hipnosis* ó vida suspensa, que se caracteriza por la paralización total de los fenómenos de la primera fase sin que se presenten los de la segunda.

De lo dicho se concluye que no es menester asustarse del frío del espacio y también que algunos gérmenes vivos han podido llegar á la tierra trasportados por los aerolitos. La hipótesis de Lord Kelvin no es, pues, inadmisibile, *a priori*; pero nada más puede decirse de ella.

De lo anteriormente expuesto es importante la idea de la suspensión total de los fenómenos vitales. Esta idea no es nueva. En el siglo XVIII, el ilustre naturalista y cirujano John Hunter escribía á Jenner, descubridor de la vacuna, tratando de este asunto: «¿Por qué *pensar*? ¿Por qué no experimentar?» John Hunter experimentó. Congeló dos carpas; pero al deshelas, creyendo devolverlas la vida, encontró que estaban muertas. Sin embargo, el experimento salió bien algunas veces.

Especulativo y al mismo tiempo especulador, John Hunter tenía su idea práctica.

«Había imaginado, decía, que sería posible prolongar indefinidamente la vida de una persona congelándola en un clima muy frío, puesto que toda acción y, por consecuencia, toda pérdida de sustancia, se suspenderían hasta que el cuerpo se deshelara. Pensaba que si una persona quisiera dedicar los diez últimos años de su vida á esta alternativa de reposo y acción, sería posible prolongar su vida un millar de años, y haciéndose deshelar cada cien años podría conocer cuanto se había hecho durante su estado de congelación. Como todos

los autores de proyectos, esperaba hacer mi fortuna; pero el resultado de esta experiencia me ha desengañado.» (La experiencia de las carpas).

Esto era la inmortalidad á la puerta de casa. Dormir durante diez, cincuenta, cien años y volver luego á la vida activa, enterarse de cuanto había ocurrido en el mundo y, una vez satisfecha la curiosidad, volverse á la nevera. Hunter trató de hacer un buen negocio, pero no le salió la cuenta, ni hay probabilidades de que algún día dé resultados satisfactorios.

Esta experiencia, sin embargo, ha dado resultados positivos.

No es empresa fácil congelar convenientemente un animal (un pez, por ejemplo), y deshelarle al cabo de cierto tiempo, de modo que recobre la vida adquiriendo el entendimiento, la facultad locomotriz y las demás que caracterizan su naturaleza de pez.

Pero algunos experimentadores lo han conseguido y, aun cuando veinte de ellos hubiesen fracasado, es suficiente para disipar toda duda respecto á este asunto, que uno solamente hubiere obtenido resultados satisfactorios. Los veinte casos negativos prueban únicamente que es un experimento difícil, cuyo éxito depende de condiciones que no se conocen por completo.

Dice Ovidio... Pero Ovidio está muy lejos de nuestra época y quizá mucho de lo que se le atri-

buye no es enteramente cierto. De mejor gana apelo al testimonio de Isidoro Geoffroy Saint-Hilaire— el autor de la *Histoire naturelle générale des règnes organiques* y uno de los precursores de la biología contemporánea.—Cuenta este naturalista que los sapos pueden ser helados sin perder la vida, y de tal modo que los espacios intermusculares se llenan de cristalitos de hielo, y todas las funciones animales parecen suspendidas. Es posible reanimarles desheliéndoles gradualmente. Geoffroy exponía los sapos, en una caja llena de tierra, al frío del invierno, con lo cual adquirirían un grado tal de congelación «que era imposible hacer operar á sus miembros el menor movimiento, el más pequeño esfuerzo les rompía; las partes blandas estaban tan duras y quebradizas como huesos, y al romperlas no salía una gota de sangre.»

Es preferible practicar el deshielo progresivamente, aun cuando Geoffroy S.-H. ha conseguido con frecuencia reanimar estos cadáveres aparentes mediante un deshielo rápido, en diez minutos. «Los músculos y la piel recobran su flexibilidad y los animales comienzan á moverse: al mismo tiempo los ojos, que parecían marchitos, se hacen prominentes y, en ocho ó diez minutos, quedan completamente restaurados» (1).

(1) Con frecuencia se han citado experiencias análogas publicadas por Gaimard en la *Bibliothèque universelle de*

Observaciones análogas con pescados se han hecho recientemente en Inglaterra, y aun cuando en algunos casos los pescados congelados experimental ó accidentalmente no han recobrado la vida, en la mayoría de ellos el fenómeno se ha producido.

En el *Journey to the Polar Seas*, Franklin dice que los peces cogidos en red se helaban al aire y recobraban la vida al deshelarse delante del fuego. Perry Coste ha visto una carpa congelada reanimarse después de treinta y seis horas de inmovilidad; E-I. Lowe colocó en agua tibia varios peces helados en un estanque y todos recobraron la vida.

Conviene, sin embargo, no atribuir demasiada importancia á los casos análogos al último mencionado, mientras no se diga especialmente que los peces están realmente congelados, porque el frío puede helar el agua alrededor del mismo animal y entumecerle sin congelarle.

En Enero de 1894 he observado en el campo un caso de este género. Desde hacía tres días el termómetro marcaba -10° y -12° por la noche (-5° durante el día). Un estanque que contenía renacua-

Genove (t. XXVI, 2.^a serie, 1840, p. 207). No seguiré este ejemplo, porque las experiencias referidas son las mismas de Geoffroy atribuidas á Gaimard á consecuencia de una interpretación equivocada de un párrafo del *Voyage en Irlanda*. Para más detalles ver la *Histoire naturelle generale*, L. II, p. 513, en donde se explica este asunto.

jos se heló, y el hielo aprisionó uno de estos animales. Rompió el bloque que contenía el renacuajo y el animal cayó al agua y comenzó á nadar. Evidentemente no estaba congelado. Por la acción de su calor propio y de la resistencia de sus humores á la congelación, se mantuvo flexible, aunque aprisionado en una celda de hielo moldeada sobre su propia forma.

El mismo caso ha debido presentarse frecuentemente con los peces, y los ejemplos de este género no tienen significación. Solamente son probantes aquellos casos en que el pez está manifiestamente congelado. Algunas de las mariposas heladas, quebradizas, *cassants*, que se encuentran en los glaciares durante el verano, reviven trasladadas á lugares más templados.

Karl Knauth, á pesar de su hostilidad á la idea de la resurrección de los peces congelados, ha visto los latidos del corazón reproducirse después del deshielo.

Es indudable que estas experiencias no siempre salen bien, y también es cierto que cada animal necesita condiciones especiales diferentes; pero el resultado es ocasionalmente satisfactorio. Operando con peces, parece ser que conviene incluirles en hielo primero y congelarlos después al aire.

Pero esta digresión es ya demasiado larga; volvamos á nuestro asunto, que era el origen cósmico de la vida; la posibilidad del transporte de gérme-

nes vivos, procedentes de otros planetas, cuyos despojos caen sobre la tierra.

Esta hipótesis no hace más que aplazar las dificultades; porque planteado de este modo, el problema consiste en averiguar el cómo la vida ha aparecido sobre un planeta que ya no existe y del cual no se sabe nada. El problema no se ha simplificado, precisamente. Ha sido preciso buscar otra solución.

El resultado de esta investigación ha sido, desde luego, una opinión singular, desenvuelta de manera ingeniosa por W. Preyer, sabio alemán de espíritu naturalmente inclinado á la paradoja. El «pirozoismo» de Preyer está contra todas las opiniones corrientes. Se admite comunmente que la materia bruta ha precedido á la materia viva. Pero, dice Preyer, la materia bruta es materia muerta y no ha podido, por tanto, haber sido anterior á la materia viva; lo que primero existió es la vida. Y toda la materia no es otra cosa que un residuo de seres que han vivido en otro tiempo. En realidad no ha habido período azóico. El globo aún incandescente estaba poblado de organismos, cuyo residuo es la materia] bruta actual. Además, ¿no es cierto que la creta y muchas rocas sedimentarias no son otra cosa que organismos que han desaparecido? ¿Por qué razón el granito, la lava, el esquisto, no han de ser los restos de pirozoarios, animales de metal y llama? La paradoja es ingeniosa,

pero no es más que una paradoja, y podemos dejar á un lado el pirozoismo.

Otra hipótesis ha sido presentada, que resucita la generación espontánea. Haeckel, Pflüger y L. Herrera, la han dado su nombre. Pero, ¿es que vuelve al mundo la doctrina de Pouchet? No. El problema consiste en averiguar si hoy, natural ó artificialmente, la materia viva puede surgir de la materia bruta; lo que Haeckel admite es que en tiempos remotos, cuando el globo estaba aún caliente y el agua comenzado á existir, la materia ha podido organizarse bajo influencias exteriores que quizá ya han desaparecido, y que la vida ha hecho su aparición espontáneamente, bajo la forma de organismos muy elementales cercanos á nuestros móneras actuales. Por otra parte, de no haber creación es necesario que la vida haya surgido por alguna operación de este género. Por tanto, aun cuando la biología actual ha destruído la «hipótesis de la generación espontánea» tal como la entendían Aristóteles, Van Helmont y Pouchet, no tiene opinión categóricamente hostil á la doctrina presentada por Haeckel y otros naturalistas. Algunos hechos pueden ser citados (1).

Uno de ellos se refiere á las propiedades de la albúmina, sustancia formada de elementos inorgá-

(1) Ver L. Herrera, *Essais de philosophie botanique* (2^e essai: A propos de génération spontanée, 1900).

nicos, pero esencialmente característica de la materia viva.

La albúmina es una sustancia que se distingue por su escasa estabilidad, producida por la acción que ejerce continuamente el oxígeno que la penetra, el cual, uniéndose á una parte de ella, esto es, oxidándola, forma ácido carbónico y agua, que se separan de la molécula, dejando un residuo. Pero entre los elementos de la albúmina viva, separados de este modo, está el cianógeno, que parece ser el núcleo inicial, el cual se forma por una reacción de átomos de nitrógeno y de carbono. La cuestión de la aparición de la vida se transforma en lo siguiente: ¿cómo se forma el cianógeno? La química responde: haciendo pasar compuestos nitrogenados tales como se encuentran en la naturaleza, sobre el carbón á alta temperatura, ó bien calentando una mezcla de dichas sustancias. El cianógeno ha podido nacer espontáneamente cuando la tierra estaba incandescente. «La vida se deriva del fuego», dice Pflüger; y efectivamente, sin calor la vida es imposible.

Otro hecho, muy preciso, de generación espontánea que ha pasado en nuestro tiempo, á nuestra vista, en un tonel de glicerina. Este tonel se envió en 1867 desde Viena á Inglaterra. Cuando se abrió se encontró el líquido solidificado en agujas cristalinas. Se pensó que la cristalización había sido producida por el frío y las sacudidas del viaje. Pero

muchos toneles habían igualmente viajado sin presentar el fenómeno. Estudiando estos cristales se observó que se fundían á 17° ó 18°. Una partícula de esta glicerina cristalizada, proporcionada por la casualidad, hacía cristalizar nuevas porciones de glicerina; y ahora se posee el medio (que se utiliza en la industria para purificar la glicerina) de cristalizar esta sustancia á voluntad, y se poseerá mientras se tenga cuidado de guardar estos cristales, que sirven para producir cristales semejantes á sí mismos, como por un acto de fecundación. Hay en esto una analogía singular con el sér vivo: los cristales son producidos espontáneamente. Podrán, sin duda, producirse de nuevo del mismo modo; pero la especie entera desaparecería si los individuos existentes se encontraran todos sometidos á una temperatura superior á 18°.

Sin duda, no hay entre el cristal de glicerina y la glicerina ordinaria el abismo que separa lo vivo de lo inanimado: el hecho señalado por M. L. Herrera no es más que una indicación.

Otros hechos análogos podrán presentarse; otros deberán presentarse antes de formular conclusión precisa. Pero, como dice el botánico belga, «si la generación espontánea no se ha realizado hasta el presente en el laboratorio, no quiere decir esto que sea irrealizable».

Esta conclusión, preciso es decirlo, es provisional. En el estado actual de esta cuestión no se puede ir más lejos.

CAPÍTULO II

LA VIDA DE LO INANIMADO

Los cuerpos inorgánicos considerados como una forma elemental de la vida.—La ley de continuidad.—La estructura de los metales; analogías con la estructura de la materia viva.—Los estudios de Osmond y Von Schren.—Los elementos sólidos y fluidos de los metales.—El trabajo interior de los metales: las variaciones de los instrumentos metalúrgicos.—La nutrición de los cristales; crecimiento y reproducción de los cuerpos inorgánicos.—Cicatrización de heridas.—Cultivo de los cuerpos inanimados.—La fisiología de los metales.—Su fatiga según Bose: tratamiento de la fatiga.—La patología de los metales.—Su papel en los accidentes.—Resistencia a las enfermedades.—El envenenamiento de los metales. Su sensibilidad. Su muerte.—Una forma transitoria entre lo vivo y lo inanimado.—Los fermentos solubles.—Lo que hacen y lo que son.—Sus actividades; su composición.—Los fermentos metálicos.—Analogía entre la acción de los enzimas producidos por la vida y la acción de los fermentos metálicos puramente inorgánicos.—Dificultades inherentes a la determinación del límite que separa lo vivo de lo inanimado.—Caracteres que les separan.—¿Dónde comienza la vida?—¿Cómo se separa de lo inanimado?

El problema de averiguar cuál es la forma más elemental de la vida, parecía resuelto categóricamente en el momento que el microscopio descubrió el mundo de los infinitamente pequeños, permitiéndonos ver los microbios. Pero, últimamente, comienza á pensarse que el ser vivo, representado

por las formas elementales de la vida, no está tan lejano de lo inanimado.

Algunos físicos y naturalistas se preguntan si la escala de la vida concluye donde, comunmente, colocamos su límite. Extendiendo la ley de continuidad, defendida por Robinet en su libro *De la nature*, en el siglo XVIII, se preguntan si el supuesto ser inanimado está más vivo de lo que se cree; si la materia bruta es, al mismo tiempo, materia viva.

Después de todo, podrían existir formas de vida tan inferiores á la del protozooario, como ésta lo es con respecto á la del mamífero y á la del pájaro. Este punto de vista pudiera defenderse; y á las razones, *a priori*, podrían ciertamente añadirse argumentos y hechos que tienen su valor.

Buen número de hechos se presentan en los cuerpos inanimados que hasta el presente se creyeron característicos de la materia viva. Primeramente se observaron analogías en la estructura.

Todo organismo se compone de células, es decir, de unidades elementales.

Mas, según las experiencias de A. G. Cartaud (*Revue générale des sciences*, 15 de Febrero de 1903), vertiendo metal fundido sobre un cuerpo frío, de modo que forme una capa delgada, se solidifica aquél formando una red de células. En cada célula aparece un núcleo circular, de igual modo que en una célula de materia

viva. Este núcleo es constante. Una capa de colodion ricinado forma, igualmente, células y núcleos; y el aluminio forma células irregulares nucleadas. La estructura celular se encuentra, pues, en los cuerpos inanimados; no pertenece especialmente á los seres vivos. Idéntica prueba puede hacerse con el vidrio: deslustrado por el recocado al soplete, se presenta formado de colonias de células microscópicas, provistas de núcleo.

Los metales en general, y en particular el hierro, están enteramente formados de células aglomeradas. La teoría celular del acero ha sido confirmada por Osmond; es ya una teoría clásica, y si aún se da el nombre de cristales, más bien que el de células, á los elementos de los metales, la analogía no deja de ser, por esto, menos evidente. El hierro, el acero, el cobre, los metales en general, están compuestos de unidades elementales características de cada metal, de cada género. Este hecho, descubierto por físicos y metalurgistas, ha sido confirmado por un fisiólogo, M. von Schroen.

M. von Schroen, profesor en Nápoles, ha estudiado el modo de generación de los cristales en soluciones salinas y masas cristalinas, demostrando cómo en una solución se forma un petroplasma granuloso, en el que se desenvuelven petroblastos—una especie de núcleos aislados—y petrocélulas, ó células nucleadas, que crecen nutriéndose de los elementos ambientes del petroplasma. Este repre-

senta la materia viva primitiva, al paso que los petroblastos y petrocélulas son formas más elevadas, específicas, *orgánitos* definidos. En los organismos, las células son elementos relativamente sólidos, sumergidos en un medio más líquido. Análogamente, las células ó cristales de los cuerpos inanimados están incluidos en una substancia menos resistente no cristalina. La existencia de esta materia explica la fluidez de los cuerpos sólidos—ó reputados sólidos—señalada por Tresca y estudiada por W. Spring; también explica los fenómenos de difusión de los metales y la soldadura en frío por compresión: la soldadura que se efectúa entre las partículas de polvo de diferentes cuerpos—Spring ha examinado 83—cuando se las somete á una presión que oscila de 5 á 20.000 atmósferas; y la que se realiza entre dos cuerpos sólidos diferentes aplastados uno contra otro, como en las experiencias de Sir Roberts Austen, siendo la soldadura y la mezcla tan completas, como si los dos metales hubieran sido fundidos en el mismo crisol. Aún más extraordinaria quizá que la soldadura, es la difusión, como prueba de la fluidez; porque en las experiencias de Roberts Austen se observa que el oro de un cilindro de este metal, colocado en contacto de una lámina de plomo, se difunde en esta última, demostrando de esta suerte, según la expresión de Spring, que el estado sólido de la materia no es, en realidad, un estado particular, sino más bien una

prolongación del estado líquido. Observemos, de pasada, que las células vivas son muy relativamente sólidas; los leucocitos y otras células semejantes se deslizan con gran facilidad á través de los intersticios intercelulares.

Entre los cuerpos vivos y los cuerpos considerados como inanimados, se observan también analogías en las funciones fisiológicas. Hay una fisiología de los cuerpos inanimados. Están sus elementos en constante trabajo, y se nota esto—según M. Ch. Ed. Guillaume ha demostrado en sus trabajos sobre las aplicaciones de los aceros con mezcla de níquel—en las variaciones tan perjudiciales que presentan los instrumentos metrológicos, que por lo mismo se fabrican con las ligas menos variables. Si el platino iridiado parece invariable en una diezmillonésima próximamente, el hecho no es tampoco absolutamente cierto. Se conoce la variabilidad de las espirales de dos láminas; no se ignora que los hilos de acero se acortan de una manera regular con el tiempo, y es sabido también que en los almacenes de bisutería ocurren roturas, en apariencia, espontáneas. Los cuerpos inanimados están en equilibrio químico variable; trabajan sin cesar; sus elementos no están inmóviles y fijos; algunos de estos cuerpos parecen estar más vivos que otros, en particular el hierro.

Las células de los cuerpos inorgánicos se alimentan, al igual de las células de los organismos.

Un cristal aumenta tomando del medio ambiente elementos apropiados. No puede crecer, sino en un líquido que le proporcione ciertos elementos; lo mismo que un protozoo ó una bacteria no aumenta sino en un medio de cultivo conveniente. M. von Schroen, que ha estudiado esta nutrición de las células de los cuerpos inanimados, declara que no consiste solamente en yuxtaposición; la intususcepción desempeña también su papel. Parece ser que estas células también se devoran entre sí: calentad el cobre, las células pequeñas de que está compuesto el metal, se funden en células más voluminosas, según dice Heyn, de Charlottenbourg; lo mismo pasa con el hierro.

Juntamente con el crecimiento, tienen los cuerpos inorgánicos la facultad de reproducirse, aunque no sexualmente; pero tampoco la reproducción sexual es la única que presentan los organismos. Muchos de éstos se reproducen también asexualmente; y la gemmación, y la reproducción por estaca, frecuentemente observado en los cuerpos inorgánicos, se verifican también en los cuerpos vivos. Si se rompe un fragmento de cristal de alumbre y se le coloca en una solución de la misma mineral, se forman verdaderas yemas; los cristales se reproducen. El poder de gemmación es muy vivo en un medio apropiado, es decir, muy nutritivo. En 1724, Fahrenheit comprobó que en el agua mantenida líquida por bajo de cero, un cristal

de hielo produce yemas casi instantáneamente cuando se le introduce en ella; y en 1785 Lowitz verificaba un fenómeno análogo en las soluciones salinas sobresaturadas, en las que se colocaba un cristal de la sal que formaba la solución.

Los orgánitos de los cuerpos inanimados pueden también regenerarse, cicatrizar: puede curarse un cristal herido colocándole en un medio apropiado. Se les cultiva como los microbios: la glicerina cristalizada, que se produjo por primera vez en 1867 en un tonel enviado desde Viena á Inglaterra, y de que hablamos ya más arriba, se cultiva y se desenvuelve y multiplica cuando se pone un cristal en glicerina líquida. Puede también decirse que esta especie química sobrevive por los cuidados de cultivo que le procuran los químicos, lo mismo que muchas variedades vegetales ó animales persisten gracias á los cuidados de jardineros y horticultores.

Al igual de las células de los cuerpos vivos, los elementos inorgánicos correspondientes manifiestan señales de fatiga.

Señaló este hecho lord Kelvin, quien observó que un hilo metálico, mantenido algunas horas ó días en vibración, pierde, hasta cierto punto, la capacidad de vibrar, recobrándola después de algunos días de reposo.

Los estudios curiosísimos de un físico de Calcuta, Yagadis Chunder Bose (véase su libro: *Response*

in the living and non living, 1902), han contribuido á afirmar la semejanza de las reacciones en lo orgánico y en lo inorgánico. Cuando se electriza un músculo, se produce en él un cambio exterior apreciable; pero á la vez ocurren otros cambios paralelos, cambios de conductibilidad, que no se manifiestan sino á condición de emplear ciertos instrumentos y ciertos métodos. Electrízad un nervio ó un metal; no se manifiestan cambios apreciables y visibles; pero, en ambos casos, se pueden poner en evidencia los cambios invisibles, y se observa que son idénticos á los del músculo. El metal ofrece las mismas reacciones íntimas que el nervio, cuya actividad no va acompañada de manifestaciones visibles, y que el músculo que, por el contrario, tiene una actividad exterior considerable.

Tal es la base de la serie de investigaciones de Bose, quien llegó á demostrar que el metal se fatiga enteramente lo mismo que el músculo, pudiéndose comprobar en él fenómenos similares al tétanos. Hay que notar también una singular coincidencia. Para tratar la fatiga en el organismo vivo, se hace uso comunmente del masaje y del baño turco, ó del baño caliente; para restaurar un metal fatigado, dice Bose, nada mejor que la vibración ó el calor. En los dos casos, el agente exterior que reanima las fuerzas disminuídas, es manifiestamente el mismo.

El conjunto de las experiencias del físico de Cal-

cuta tiende á demostrar, de un lado, que las reacciones moleculares del músculo, apreciadas por la conductibilidad eléctrica, son paralelas á sus reacciones exteriores y visibles; y de otro, que las reacciones moleculares del metal son del mismo género que las del nervio y las del músculo. Mediante el paralelismo existente entre los dos órdenes de reacción en el músculo, puede Bose interpretar la reacción del metal. El método es legítimo é ingenioso. Hace ver que mediante la excitación de la materia bruta, se presenta primero un período latente, lo mismo que para el nervio ó el músculo; la reacción, traducida gráficamente, está figurada, como la del músculo, por una curva que se eleva y continúa ascendiendo algún tiempo; después de la reacción alcanza un máximum, y luego, más gradualmente, va bajando. A veces el regreso se hace por oscilación: lo mismo ocurre con el músculo. ¿Se superponen las excitaciones de manera que cada una obre antes que se haya acabado la reacción debida á la precedente? Pues se obtiene una curva absolutamente comparable á la del músculo tetanizado por una serie rápida de excitaciones. ¿Se comparan los efectos de las dos excitaciones, fuerte y débil? Se manifiesta al punto otra analogía: las dos clases de excitaciones producen efectos opuestos; la desviación galvanométrica se hace en dirección inversa, enteramente igual que en los organismos, dosis fuerte y débil de un mismo medicamento, produ-

cen efectos opuestos, el uno desastroso, el otro bienhechor. Otra semejanza más con el músculo: Excítese un músculo en caliente, es decir, á una temperatura relativamente elevada; la vuelta al estado normal es más rápida que á temperatura relativamente baja. Exactamente lo mismo ocurre para la materia inorgánica. Ó bien excítese un músculo al máximo y, mientras reacciona, repítase una segunda excitación más débil. La reacción suplementaria no se verifica. La sustancia llamada inorgánica se conduce del mismo modo. Como el músculo, ha sido fatigada por el primer esfuerzo. La fisiología de lo inanimado muestra, pues, analogías muy marcadas con la de lo animado.

Si los cuerpos inanimados tienen una anatomía y una fisiología, deberán poseer también una patología. El razonamiento no solo es legítimo, sino que está muy claramente justificado por los hechos. Los metales tienen sus enfermedades como los organismos. Y, como en los organismos, el microscopio permite ver las lesiones y las perturbaciones de los metales.

En 1895, un accidente ferroviario provocó viva emoción en Inglaterra. En los alrededores de la estación de Saint-Neots, un tren rápido descarriló ocasionando muchas víctimas. Un examen sumario hizo ver que el descarrilamiento provenía de la rotura de un rail. Tenía éste diez y siete fracturas. ¿Por qué se había roto? Una comisión informadora,

compuesta de personas técnicas, fué encargada de estudiar el asunto. Como todas las comisiones, hizo ésta su trabajo con sabia lentitud: y finalmente, al cabo de cuatro años, se publicó el informe de los técnicos. La conclusión fué que el accidente no tenía nada de accidental en el sentido propio de la palabra: era el resultado de una enfermedad del carril. El acero de carriles se compone de ferrita, es decir, de hierro puro, y de perlita, que es una mezcla, un tejido de ferrita y de cementita, siendo esta última un carburo de hierro, una combinación de hierro y de carbono. La perlita debe estar bien manifiesta, y se forma en el metal que se enfría lentamente. En el acero que se endurece por el temple, no se encuentra perlita; es reemplazada por martensita, por fibras cristalinas entrelazadas, y esta martensita es muy dura, y, además, tampoco tiene bastante flexibilidad. Ahora bien, el carril culpable en el accidente de Saint-Neots, tenía la superficie de la cabeza formada por una capa de martensita. Esta superficie estaba llena de grietas, de pequeñas heridas, más abundantes en las porciones de carril sustentadas por las traviesas. Estas grietas se explican por la dureza del metal y por la resistencia que ofrecen las traviesas, unido á la flexión que naturalmente debía verificarse entre aquella bajo el peso de los vagones. La martensita se había ido formando poco á poco. No databa de la fecha de fabricación del carril. Era un tejido de

producción reciente; un tejido que se había formado por influjo de los traumatismos debidos á las fricciones que producía el resbale de las ruedas sujetas por los frenos. Bajo la acción del calentamiento violento seguido de un enfriamiento rápido, la capa superficial del carril se había modificado; la estructura se había alterado—como ocurre á la superficie de la epidermis animal ó vegetal sometidas á frotamientos ó á choques frecuentes—y el carril, adquiriendo más dureza, había adquirido también mayor fragilidad. Por un mecanismo análogo á éste, por una modificación patológica del mismo género, deben explicarse gran número de accidentes ferroviarios.

Los metales son muy sensibles á la acción del calor; los estudios micrográficos de los metalurgistas lo demuestran claramente. Pero el calor, que es un agente capaz de poner enfermos á los metales, es al mismo tiempo muy apropiado para mejorar su salud. Los aceros peligrosamente cristalizados por el calor, se les cura también por el calor elevando su temperatura á 870° ó 900°, y enfriándolos después lentamente. Este baño de calor con enfriamiento gradual destruye su fragilidad, el recocido destruye los gruesos cristales que debilitan el metal, y en el lugar de las células grandes no quedan más que pequeños cristales, que dan al metal más solidez, y un grano más fino. Hay, por otra parte, en los mismos metales cierta resis-

tencia á la enfermedad, como en los organismos. Hartmann ha demostrado este hecho estirando tubos metálicos hasta hacerlos pasar de su límite de elasticidad, sujetándolos á un alargamiento permanente. Practicado un nuevo alargamiento, la extensión se verifica en otro punto, lo que prueba que la resistencia se ha aumentado por efecto del agente patógeno. Paralelamente, en el punto de la piel en que se inocula un microbio, los leucocitos acuden y establecen una barrera defensiva, preparando la resistencia. M. C. E. Guillaume afirma hechos análogos en los aceros con mezcla de níquel, cuya «resistencia heroica» describe.

Sujetos á enfermedades, los cuerpos inanimados son también influidos por los venenos, como los organismos. Ha demostrado M. Jean Becquerel que los anestésicos paralizan la emisión de rayos N en los cuerpos inanimados, lo mismo que en los cuerpos vivos. La arena y el ladrillo se adormecen bajo el influjo del cloroformo como el animal, y en este sueño, la radiación queda suprimida. Hay cuerpos que envenenan los metales y les paralizan en cierto modo: el silicio, el magnesio, el fósforo, el plomo y el bismuto. Este último envenena el cobre, aun á la dosis de 0,05 por 100. El carbono, y también el hidrógeno, son venenos para el cobre. Según las experiencias de Bose, diferentes venenos obran sobre la materia considerada como inerte, de la misma manera que sobre los músculos. Pero

pueden curarse estos accidentes, sobre todo por el calor. El calor desempeña un papel importantísimo en la vida de los cuerpos inorgánicos, como en la de los orgánicos: la diferencia es de grado solamente.

Mas se dirá: si bien los cuerpos inorgánicos se aproximan mucho á los organismos por su estructura y su fisiología, les falta una cosa; esto es, les falta la conciencia, la personalidad. Y si ciertos hechos consienten hablar de su anatomía, de su fisiología y de su patología; si algunos resultados experimentales indican que estos cuerpos pueden ser intoxicados ó anestesiados por las substancias que intoxican ó anestesian á la materia viva, no hay dato que justifique una psicología de la materia inorgánica. Evidentemente, no estamos en este caso si se toma el término psicología en el sentido que se le atribuye al hablar de la psicología del hombre y de los animales superiores. Pero en la psicología, como en muchas cosas, hay sus grados. Y esto se muestra con evidencia, cuando se considera de una manera más precisa las reacciones de los organismos elementales, de las células de nuestros tejidos ó de los organismos unicelulares. En unos y otros, muchas reacciones, que con frecuencia se han atribuído á su sensibilidad ó á su inteligencia, no son, en realidad, más que respuestas químicas y mecánicas inconscientes, involuntarias y fatales. Los tactismos y tropismos se

explican sin la intervención de una conciencia; estas reacciones son del mismo orden que las reacciones químicas ó físicas; ó dicho de otro modo, muchos fenómenos en el organismo inferior se explican hoy, no por intenciones, preferencias ó sensaciones, sino por reacciones en que el espíritu no toma más parte que en las de la química. Ahora bien, tales reacciones no tienen nada de especial á la vida; caracterizan más bien lo inanimado y tienen mucha afinidad con las reacciones puramente químicas. Sirven, pues, para demostrar que el ser vivo conserva, en un grado inferior, caracteres importantes del ser inanimado, que entre uno y otro hay analogías profundas, y contribuyen á robustecer la tesis que considera el ser inanimado como algo que puede diferir del ser vivo en grado, pero no en naturaleza.

Otra circunstancia nos obliga á disminuir la anchura del foso hasta ahora abierto entre los dos dominios. Es la existencia de algo que parece ser á la vez herencia y memoria, de algo psicológico y fisiológico juntamente. Es este hecho: que sometida la materia inanimada á una influencia temporal, el efecto de esta influencia no desaparece con la cesación de su acción. Ejemplo: si se imanta un pedazo de hierro dulce, temporalmente, por una corriente, el hierro dulce no vuelve exactamente á su estado anterior. Esto es lo que los físicos han llamado *histeresis*, el retraso en volver al estado

primitivo. La causa pasajera ha determinado una modificación profunda, más duradera, y se puede reconocer y aun medir esta modificación. Métodos apropiados permiten reconocer si el hierro ha sido anteriormente sometido á la imantación. Ha sido influido por el medio lo mismo que pudiera serlo un organismo, y conserva la huella y la prueba de esta influencia, aun después que la causa ha desaparecido. La conserva indefinidamente, por decirlo así, puesto que para hacerla desaparecer es preciso una acción violenta del calor.

Solamente el calor puede matar el recuerdo; lo mismo que en el organismo sólo la muerte puede hacer desaparecer la huella mental ó física de ciertas impresiones recibidas. Según ha hecho observar M. d'Arsonval, las experiencias mencionadas, debidas á M. Ewing, tienen un gran alcance por su interés filosófico, pues demuestran que la noción del estado anterior se aplica á la materia llamada inerte no menos que á la que está dotada de vida.

La materia inanimada tiene, pues, vida, que no difiere radicalmente de la de ciertas formas de la materia animada. De igual suerte tiene también su muerte. Se disgrega, se resuelve en elementos que entran nuevamente en el medio que nos rodea, de donde sale toda la vida y donde acaba toda la muerte: al agua, al aire, al suelo. Formados, como ella, de elementos diversos, pero más complejos, sufrimos también la ley general que impele á las

partes á fundirse sin cesar en el todo. Pero siendo la profundidad de la muerte proporcional á la altura de la vida, los cuerpos inanimados pierden al morir menos que los cuerpos organizados.

Y por esto entre la materia inanimada viviente y la inanimada muerta, no advertimos apenas diferencia; siendo imposible, hoy más que nunca, decidir dónde comienza la vida. Todas las probabilidades están en favor de que comienza por grados más humildes y más oscuros de lo que hasta aquí se ha supuesto, y que hoy más que nunca sigue siendo, filosóficamente verdadero, el aforismo de Linneo—mientras que aparece menos exacto el sentido preciso que se le dió—la naturaleza no procede por saltos; no hay entre la materia bruta—representada por un gas, por ejemplo—y la materia viva que forma un sér ó una planta, el abismo que se ha creído: hay en la materia, en apariencia inerte, rudimentos de vida, rudimentos esparcidos, informes, incompletos sin duda, pero reconocibles.

Existe, además, entre la materia incontestablemente viva y la que, si pudiera hacerse abstracción de las consideraciones precedentes, pasaría por incontestablemente muerta, una forma de transición; la constituyen los fermentos solubles: una serie de cuerpos de los cuales Kirchhoff descubrió y aisló en 1814 el primero conocido, llamado diástasa. Hoy se conocen unos cincuenta fermentos solubles ó enzimas, algunos de los cuales desempeñan un

papel importante en la digestión, en las transformaciones de las plantas y, en particular, de la semilla. Estos cuerpos son muy útiles: nos alimentan, nos hacen respirar, etc.; cuando estamos muertos nos hacen desaparecer, puesto que gracias á los enzimas, los agentes de la putrefacción obligan al polvo á convertirse en polvo. Servidores incansables, con recursos superiores siempre á las circunstancias, son indispensables á la vida.

No son, por consiguiente, seres vivos; ni siquiera son seres ni organismos dotados de vida. Son productos de la vida. Cada ser produce de ordinario varios de ellos; el huevo de araña encierra, por lo menos, dos; el embrión germinado de la cebada, tres; los leucocitos de la sangre, siete; el mohó, *Penicillium*, nueve. Pero aunque se les cuenta, y se les analiza sin esfuerzo en su función, no se llega aún á discernir su composición. Son, probablemente, albuminóides; pero su fórmula química es aún desconocida. Se sabe, sin embargo, lo bastante de esta fórmula y de su actividad para considerarlos como cuerpos casi vivos. Como estos últimos, los enzimas mueren por la acción del calor y el alcohol, y pueden ser intoxicados con diferentes venenos. Se aproximan mucho al ser vivo y parecen, en ciertos respectos, formas elementales de vida, tan inferiores si se quiere á la forma de vida de la esponja, como la de ésta lo es al tipo de la vida del pájaro ó del mamífero. Pero

ya se sabe, por los hermosos trabajos de Bredig y de sus émulos, todo el fin útil, importante, que cumplen los enzimas en los diferentes organismos; los fermentos inorgánicos pueden también cumplirlo.

Estos fermentos inorgánicos son metales—oro, plata, platino, cadmio—divididos en partículas infinitesimales esparcidas en el agua. No están disueltas en ella; la física lo demuestra. Están en estado de pseudosolución ó de solución coloidal como la del almidón. Estas soluciones de fermentos inorgánicos tienen el mismo poder que los fermentos solubles de origen orgánico. La solución coloidal de platino transforma el alcohol, por oxidación, en ácido acético, enteramente como el *mycoderma aceti*. La solución coloidal de iridio descompone el formiato de calcio, lo mismo que ciertas bacterias, y en los mismos elementos; otro obra como la invertasa, y realiza la inversión del azúcar de caña. Las acciones son idénticas.

La analogía va más allá. La acción de los fermentos metálicos no guarda proporción con su masa; lo mismo sucede con los enzimas. Como los fermentos metálicos, son muy sensibles; los cuerpos que son venenos para los enzimas, aun en muy débil proporción, paralizan los fermentos metálicos; á la dosis de 1 gramo por 20.000.000 de litros, el ácido cianhídrico retarda notablemente la acción del fermento metálico. Todas las substan-

cias que intoxican y paralizan los enzimas ó fermentos orgánicos, intoxican y paralizan los fermentos metálicos.

Existen, pues, materias puramente inorgánicas que desempeñan la misma función, exactamente, que los fermentos solubles que son productos de la vida y casi productos vivos. Los caracteres de esta función son los mismos; las condiciones que la favorecen, ó bien la estorban, son también las mismas para los dos grupos. La semejanza es extrema; en ciertos respectos hay identidad, y este es hecho de gran interés.

Pero ved los resultados. De un lado, la célula queda destronada en cuanto unidad viva elemental; ó más bien, aparece que una parte importante de sus funciones, la más importante quizá, exceptuando la reproducción, se cumple por enzimas que ella misma fabrica, y que ofrecen composición química semejante á la suya. De otro, la materia inorgánica, bajo ciertas formas, cumple funciones análogas—cuando no idénticas—á las de los enzimas. El reino animado y el reino inanimado marchan al encuentro uno de otro, y una zona les reúne donde las diferencias se atenúan hasta el punto que no se discierne lo que distingue lo vivo de lo inanimado. ¿Dónde comienza la vida? Antes era relativamente fácil contestar á esta pregunta; cuanto más progresa la ciencia surgen más dificultades.

CAPÍTULO III

¿EN DÓNDE HA COMENZADO LA VIDA?

¿En qué medio terrestre se ha presentado primero la vida?—Método que debe seguirse para contestar á esta pregunta.—Lo que enseña la paleontología: la vida ha comenzado por formas inferiores.—Estas formas han debido ser acuáticas.—La vida actual es acuática todavía.—Lo que enseñan la embriología y la fisiología.—Por qué las primeras formas de la vida han debido habitar en el océano.—Preponderancia numérica de los animales marinos.—Escasez y carácter derivado de las formas de agua dulce.—Una estadística biológica.—Lo que enseña la química de los organismos.—La persistencia del medio marino en el interior de los organismos.—La tesis de M. R. Quinton.—El medio vital y su composición.—Identidad con el medio marino.—La química de las diferentes formas animales.—La persistencia del medio marino original en el hombre.—Agua de mar y leucocitos.—Lo que se encuentra en la sangre y en el agua de mar.—Los organismos como acuario.—Conclusiones prácticas y terapéuticas que pueden deducirse.

Todo cuanto nos rodea descubre, á quien sabe preguntar, un poco de su historia, algo de lo que fué su origen y su pasado. Considerando una planta, el botánico que tiene alguna experiencia biológica, nos dice en qué medio debió crecer. Examinada la estructura general de un animal, el zoológico nos da á conocer los rasgos principales de

la vida de aquél. Un lingüista encuentra en una palabra huellas que permiten incluirla en tal ó cual grupo de lenguas y de reconocer su origen. Un etnógrafo encontraría en un europeo, aun cuando estuviese perdido en el fondo del Africa, rasgos que le permitieran decir en qué país había aquél nacido, y quizá hasta en qué provincia. Siendo esto así, ¿será también posible que la vida, por alguno de sus caracteres, pudiese revelar al biólogo indicios sobre las condiciones ó el medio en los cuales ha comenzado? Este método aplicable, y aplicado, á las cosas, á las palabras, y bajo otros puntos de vista más limitados, á los seres vivos, ¿no podría ampliarse para dilucidar el problema más general, concerniente al medio origen de la vida de la materia animada? En todo caso, se puede intentar la prueba.

La vida animal se desarrolla, desde hace mucho tiempo, en medios diversos. O se arrastra ó marcha sobre el suelo, ó vuela por los aires, ó nada por las aguas dulces ó saladas, ó bien se esconde en la capa terrestre superficial. Mas, sin duda, no ha sido siempre así, y si la evolución no es una palabra vana, la vida ha debido nacer en uno ú otro de estos medios, para invadir enseguida los demás, merced á adaptaciones progresivas y á especializaciones diversas, cuya realidad es manifiesta. ¿Pero en cuál? El razonamiento, y sobre todo los hechos, nos á ayudarán á responder.

Sabemos por la paleontología que la vida, en general, ha comenzado por formas inferiores, elementales. Por otra parte, el común sentido nos induce á pensar que los organismos primitivos han debido ser acuáticos, porque el medio áqueo es el que exige menos perfeccionamientos y apéndices; en él, los órganos especiales de locomoción son apenas necesarios, y la apropiación de alimentos es más fácil. También en el agua encontramos actualmente las formas de vida más elementales, los organismos más sencillos, los protozoarios, y, manifiestamente, este medio es el único en que podían existir seres tan poco complicados. Toda célula—y las formas inferiores de la vida animal son simples células—es necesariamente un elemento acuático; una célula no puede vivir sino en un medio líquido: ahí está toda la historia natural para demostrar que la vida activa de la célula—trátese de un protozario ó de cualquiera de las células de un animal—no es posible en otro medio; en un medio seco, la célula muere si no tiene el recurso de enquistarse, lo cual implica la cesación de la vida activa. La vida, comenzando por las formas elementales, ha debido nacer en el medio áqueo. Observemos, además, que en realidad, no existe actualmente fuera de dicho medio.

Todo animal, en efecto, tiene su origen en una célula; el huevo se deriva de una célula; y esta célula no puede vivir ni desenvolverse sino en un

medio húmedo, exterior ó interior, trátase de un protozooario ó de un mamífero. En los animales superiores, durante las primeras fases del desarrollo embriogénico, produce esta célula, por división, agregados celulares, que tampoco pueden vivir más que en el medio líquido interior. Por último, el origen acuático de todos los organismos animales está demostrado, de manera evidente, por su modo especial de respirar. No es necesario enumerar los organismos que, no pudiendo respirar más que por el tegumento (células, organismos unicelulares, etcétera), ó por una parte especializada y diferenciada de éste, por branquias (gusanos, algunos moluscos, peces, etc.), no pueden vivir, y no viven, sino en un medio líquido. Lo que interesa más bien es la demostración del origen acuático de los organismos del medio aéreo. Esta demostración está ya hecha, porque aun cuando los batracios adultos son animales aéreos, nadie ignora que sus larvas son animales acuáticos con respiración branquial, que más tarde adquieren la respiración pulmonar. Y los pájaros y mamíferos, animales de respiración puramente aérea desde el nacimiento, presentan, antes de éste, una etapa acuática, durante la cual poseen cuatro ó cinco pares de branquias, recuerdo incontestable y elocuente de su filiación. El hombre atestigua en el mismo sentido: hacia el vigésimoquinto día de su vida intrauterina, pasa también por la misma etapa bran-

quial, proclamando de este modo evidente su descendencia de organismos acuáticos.

Es cierto que existen entre los arthropodos formas puramente aéreas; pero estas formas son derivadas de formas más sencillas, marcadamente acuáticas. Los arácnidos, por ejemplo, se aproximan á los límulos y trilobites, incontestablemente acuáticos; y los insectos aéreos se derivan de formas más elementales, como los myriapodos, symfiles y thysanuros; es decir, de organismos de respiración branquial, y, por consiguiente, de origen acuático.

Directa ó indirectamente, pues, todos los organismos animales tienen origen acuático. Los que no han permanecido acuáticos tienen antepasados que lo han sido, y atestiguan su descendencia, bien por un conjunto de afinidades ó bien por disposiciones anatómicas efímeras, que recuerdan y certifican el modo de vida de sus ascendientes.

El origen acuático de la vida animal parece, pues, incontestable.

¿Se puede precisar más? Porque el medio acuático es doble: marino, y de agua dulce. ¿En cuál de ellos se ha originado la vida? Este problema ha sido objeto de un importante estudio por parte de un joven biólogo francés, Mr. René Quinton, quien para resolverle se ha fundado, no ya en consideraciones de orden físico como las que preceden, sino en consideraciones de orden químico. Mr. Quinton

asegura, sin vacilar, que la vida ha debido tener su origen en el mar.

Admitido el origen acuático de la vida, hay, seguramente, grandes probabilidades para que la vida haya comenzado más bien en el medio marino.

Observad que el agua en nuestro planeta es, ante todo y fundamentalmente, agua salada. El agua dulce es agua accesoria, secundaria, nacida de las aguas saladas por la destilación natural que el sol verifica; es agua ocasional, que tiene existencia efímera, que sólo dura mientras dura el obstáculo que se opone á su vuelta al océano, mientras la tierra la retiene en su seno. El agua salada ha existido mucho antes que el agua dulce.

Mas, se dirá, que la dulce está también poblada. En su seno se encuentran aún muchos organismos rudimentarios, como las amibas y los rizópodos, y algunos más elevados, como los peces. Es preciso observar, sin embargo, que si se compara lá fauna de agua dulce con la de agua salada, esta última es mucho más numerosa que la primera. Pudiera ser esto una indicación. Precisemos examinando el problema más en detalle. Dividamos los animales en grupos. De 20 grupos ó «conjuntos de formas que presenten entre sí relaciones de parentesco anatómico y embriogénico suficientemente estrechas, de tal modo que permitan atribuir un origen común para todas ellas, 16 viven en el agua; de estos 16 grupos, 6 son exclusivamente marinos,

mientras los otros diez se encuentran, bien en las aguas saladas, bien en agua dulce. Dejemos á un lado los 6 primeros—puesto que no hay que discutir su carácter marino—y veamos lo que pasa con los otros 10. Examinemos, más exactamente, si estos 10 tienen un origen marino, ó bien un origen de agua dulce. Puesto así el problema, tiene fácil solución. Es evidente que las formas marinas son á la vez preponderantes y más primitivas. Las de agua dulce son menos numerosas, y derivadas de las marinas. El origen de estos 10 grupos debe, pues, buscarse, no en agua dulce, sino en las aguas saladas. En cada grupo animal, todas las ramificaciones están representadas en el mar; todas las clases menos una; casi todos los órdenes y casi todas las familias.

Más exactamente aún, considerando los animales que viven en el agua, vemos que se subdividen en:

16 grupos, 24 ramificaciones, 63 clases, 162 órdenes.

Ahora bien, á las formas marinas pertenecen:

16 grupos, 24 ramificaciones, 62 clases, 157 órdenes.

Y á las formas de agua dulce:

10 grupos, 13 ramificaciones, 23 clases, 53 órdenes.

Basta comparar estas cifras para comprobar que la riqueza de la fauna marina sobrepasa con mu-

cho á la fauna de agua dulce. Los Océanos encierran todos los representantes típicos de cada grupo animal: el buen sentido indica, pues, que en el agua del mar se han producido las formas de la vida.

Este argumento zoológico puede, además, fortalecerse por dos consideraciones accesorias, que tienen un valor especial para el evolucionista.

Primeramente, que, en cada grupo, las formas más inferiores, las más inmediatas al origen son, casi siempre, exclusivamente marinas. Un ejemplo bien saliente es el de los medulados; los tipos primitivos de donde derivan los Vertebrados son exclusivamente marinos; y al otro extremo de la serie, observamos que las esponjas más elementales, las más primitivas, viven en el mar. Y en segundo lugar, la geología nos demuestra que en cada grupo, las formas marinas aparecen en una época más antigua que las formas de agua dulce. Las formas animales se han constituido en el mar, en un principio: más tarde, y en parte, se adaptaron al agua dulce. La adaptación ha podido realizarse mucho tiempo después: se encuentran espongiarios de agua de mar en todos los terrenos sedimentarios—desde el cambriano—y no se conoce todavía ni un solo ejemplar de esponja fósil de agua dulce. Las esponjas, por tanto, no han invadido el agua dulce sino en fecha muy reciente.

En rigor aquí podríamos detener la argumenta-

ción. La tesis del origen acuático de la vida tiene en su favor tales razones, que sería ocioso discutir-la; la del origen marino está tan sólidamente fundada como la primera, teniendo en cuenta la naturaleza de los argumentos de que nos podemos valer. Y sin embargo, aún puede irse más lejos acudiendo á la química.

Puede afirmarse que los organismos, nacidos del mar, tienen en su composición la señal irrecusable del medio que les dió origen. O dicho de otro modo, nacidos en un medio salino, debían ser salinos y permanecer salinos.

Es imprescindible hacer, sin embargo, una observación preliminar. Un organismo, aun siendo elemental, es cosa muy compleja. Sus elementos son muy diversos.

Hay, primeramente, el medio vital, que lo forman, esencialmente, el conjunto de los líquidos en los cuales se bañan los tejidos vivos: los plasmas de las cavidades generales, la linfa intersticial ó canalizada, la sangre, los plasmas de imbibición de los tejidos: una capa líquida subdividida en una infinidad de filetes que van insinuándose entre las células vivas, aquí y allá, y se reúnen en canales más importantes, ó bien se disponen en superficies extensas, de poca profundidad en las cavidades cerradas: masa líquida necesariamente móvil, en perpétuo movimiento, siempre impura, pero sin cesar depurada; masa que se destruye por elimina-

ción de una parte de su contenido, pero que sin cesar se renueva. Es la atmósfera líquida de los tejidos, es el líquido propio de éstos: es el líquido de cultivo de las células. Forma, en el Vertebrado superior, el tercio del peso del organismo, y aun tiene más importancia todavía en otros organismos, en los cuales representa más de la mitad del peso del cuerpo.

Hay además la materia viva, el conjunto de las células vivas: musculares, nerviosas, glandulares, epiteliales, sanguíneas.

Existe también la materia muerta: el conjunto de los elementos sólidos producidos por las células vivas, que desempeñan un papel importante en el proceso de la vida: fibrillas conjuntivas y elásticas, substancia fundamental del hueso, del cartílago, del marfil, de la concha, del esmalte, de la uña, de la garra, del casco, del pico, del pelo, de la pluma, de la epidermis, etc.

La materia segregada, en fin, constituida por los jugos digestivos, la bilis, la orina, el sudor, etcétera.

Ahora bien; es evidente que el medio vital ha seguido siendo el medio marino original de las primeras células animales; presenta y ha conservado los mismos caracteres, y este hecho es una prueba más del origen marino de la vida. Nacidos en el medio marino, los organismos continúan en contacto con el medio marino, si no por su periferia, al

menos por los elementos numerosos que les constituyen.

El organismo ha cambiado convirtiéndose de marino en terrestre ó bien adoptando el agua dulce; pero su célula continúa viviendo en el medio original. Este prolonga el agua de mar donde la vida principió.

Tal es la tesis. Tal es el argumento químico. Porque, evidentemente, la química puede demostrar la permanencia del medio marino original mediante el análisis químico del medio vital.

Mas, también puede demostrarse por la simple observación. En efecto, la observación basta para mostrar que en muchos animales marinos el medio vital y el medio marino no son más que uno mismo.

Entre los invertebrados marinos cuyo medio vital no comunica por orificios con el medio ambiente, la permanencia del medio original es evidente; no hay comunicación directa entre los dos medios; la anatomía se opone á ello. Pero interviene la física. Las paredes del cuerpo se abren osmóticamente y se hacen permeables; por osmosis se establece constantemente un equilibrio entre el agua del mar y el medio vital. El análisis químico muestra, en efecto, que, en general, la cloruración del medio vital es casi exactamente la del agua de mar ambiente. Y este equilibrio es el resultado de la osmosis. Porque si se ponen animales marinos en aguas cuya concentración ha sido sensiblemente

aumentada ó disminuída, y si, después que hayan vivido algún tiempo en este medio, se analiza su medio vital, se comprobará que éste, al cabo de unas horas, ha alcanzado próximamente el mismo grado de concentración que el agua ambiente. El equilibrio tiende á establecerse muy rápidamente.

Aun en este caso, por consiguiente, se confirma la identidad del medio vital y del medio marino. Se establece, no por una comunicación anatómica, sino por una comunicación osmótica. El resultado es el mismo, por más que el mecanismo sea diferente. Además, muchos análisis de la hemolinfa, ó medio vital, de diversos Invertebrados marinos, debidos á diferentes observadores (Frédéricq, Bottazzi, Genth, Griffiths, etc.), han establecido la concordancia química del medio vital y del medio ambiente. Considerando que los Invertebrados marinos constituyen 15 grupos (con 20 ramificaciones, 49 clases y 121 órdenes), puede afirmarse que los organismos en que es idéntico al medio vital de sus células, el medio marino, representan una mayoría considerable.

Hasta aquí, el argumento químico es decisivo. Pero es preciso considerar los demás animales también, y ver si, en la minoría, hay igualmente permanencia del medio marino original.

Comencemos por los invertebrados de agua dulce. ¿Qué indicios hay de que ofrezcan esta permanencia? Porque en ellos también puede haber co-

municación, anatómica ú osmótica, entre el medio vital y el medio ambiente; y entonces el medio vital no podría conservar su carácter marino. Parece difícil, en efecto, que el medio vital del Invertebrado de agua dulce permanezca salino. Y, sin embargo, ocurre esto. Sin duda el grado de concentración no es el mismo: el medio vital del Invertebrado de agua dulce es un medio salino atenuado ó diluído; pero la diferencia es de orden físico, y no de orden químico; la concentración es menor, pero la composición es la misma. Y de igual modo que el aire enrarecido sigue siendo aire, el medio vital diluído del Invertebrado de agua dulce sigue siendo un medio marino bajo el punto de vista químico, único esencial en esta cuestión. Pero, ¿cómo el Invertebrado de agua dulce mantiene el medio marino original? ¿La osmosis no existe ya? No. Y una experiencia—entre otras—lo hace ver en el cangrejo, invertebrado de agua dulce, muy próximo al cangrejo grande de mar, invertebrado de agua salada. En este último, la osmosis existe indiscutiblemente. Pero en el cangrejo de río no existe, según evidencia también el análisis químico. El medio vital de este cangrejo contiene 11 ó 12 por 1.000 de cloruros; y el agua dulce en donde vive, tiene menos de 0,5. A esta experiencia, que constituye prueba, verificada todos los días por la naturaleza, añadamos el resultado de otra experiencia, debida al arte. Haga-

mos vivir cangrejos durante varias horas en agua salada, en agua que contenga 10, 15, 20, 30 gramos de sal por 1.000. Pues bien, en tanto que el animal vive, su medio vital permanece el mismo; oscila alrededor de 11 ó 12 por 1.000, á pesar de las sollicitaciones de la solución hipertónica, y á pesar de las facilidades que ofrecería la osmosis. De todo esto se deduce que la fisiología del Invertebrado de agua dulce difiere considerablemente de la de su congénere de agua de mar. El cangrejo grande de mar posee superficies osmóticas, el cangrejo de río no las tiene. ¿Por qué? Es esta una cuestión que es preciso estudiar; lo que aquí importa, únicamente, es afirmar el hecho.

Los Invertebrados de agua dulce parece, pues, —digo «parece», puesto que habría necesidad de comprobar si lo que es verdad para el cangrejo, lo es también para otros animales de esta categoría— que mantienen un medio vital que corresponde al medio marino.

Lo mismo ocurre con los Invertebrados terrestres. También han conservado el medio marino original; hay, sin duda, menos mérito en este caso, puesto que no estando en contacto con el agua pobre en sales, no han sido sollicitados para cedérselas. Mas también se necesitan pruebas. Sabemos bastante, sin embargo, para poder afirmar que el medio vital de la mayoría de los Invertebrados es el medio marino.

Respecto á los Vertebrados, que forman una parte importante, los argumentos invocados para demostrar la permanencia del medio original, son de dos órdenes: químicos y fisiológicos.

La constancia del medio marino original en los vertebrados puede demostrarse de dos maneras: fisiológica y químicamente.

La demostración fisiológica tiene por fin establecer que, el agua de mar, reducida por dilución á la isotonia orgánica (1), conviene como el medio vital á la vida de los elementos celulares. Puede procederse de varias maneras.

Primeramente puede operarse inyectando á un perro agua de mar diluída. Manipulando con la lentitud requerida, haciendo la inyección gradualmente, es decir, en algunas horas, se puede inyectar una cantidad de agua de mar, diluída, que represente las 66, 81 y aun las 104 centésimas del peso del animal. Esta inyección, que opera un lavado completo de todo el medio vital, no va acompañada de accidente alguno. El perro recibe tres veces la masa de su medio vital, sin experimentar la menor molestia. El riñón mantiene el equilibrio: va eliminando á medida que penetra la inyección.

(1) Este agua de mar se obtiene, para el perro y los mamíferos, cuya sangre tiene análoga composición, mezclando 83 partes de agua de mar (muy pura, recogida lejos de la costa), con 190 de agua destilada. Esta mezcla se congela, como el suero del perro, á $-0^{\circ}55$.

Y ésta produce excelentes resultados; porque, eliminando normalmente 150 gramos de orina en doce horas, elimina ahora 10 kilos, ó sea 60 veces más, sin fatiga, sin accidente, demostrando, por consiguiente, la excelencia del agua de mar diluída como medio vital. El perro emerge de la experiencia muy bien, muy vivo y, al parecer, en mejor estado que antes.

Se puede de este modo inyectar agua de mar diluída, pero después de una sangría abundante: una sangría que mataría si no se interviniera á tiempo; se inyecta agua de mar en cantidad igual á la de sangre perdida. En este caso, el medio vital ha sido, sin duda, renovado en parte, reemplazado por el medio marino. El resultado conseguido es excelente, porque algunos días después de la experiencia, el medio vital encierra más hemoglobina que la que tenía en un principio.

Se puede, en fin, precisar y confirmar la perfecta inocuidad de la sustitución del medio vital por el medio marino, observando lo que pasa cuando se colocan glóbulos blancos de diversos vertebrados, desde el pez al hombre, en agua de mar. Es evidente que el glóbulo blanco está sin cesar en contacto con el medio vital. Sabido es, también, que, hasta ahora, no se conocía medio alguno artificial propio para sostener la vida del glóbulo blanco, salvo la solución salada fisiológica, indicada en 1897 por M. Jolly al mismo tiempo que M. Quin-

ton operaba con el agua de mar diluída. El glóbulo blanco ha sido introducido en el agua de mar diluyendo una unidad de sangre en 25, 50 y aun 100 unidades de agua de mar. El resultado ha sido excelente. En el agua de mar, el glóbulo blanco ha vivido perfectamente, durante muchas horas, emitiendo sus pseudópodos, cambiando de lugar y conservando todos sus caracteres morfológicos y fisiológicos.

Las células del organismo se acomodan, pues, al agua de mar diluída como medio vital; se acomodan aún mucho mejor, sea dicho de paso, que con el suero artificial.

La demostración química consiste en la indicación de este hecho evidente: que el medio vital no es otra cosa que agua de mar diluída, pues está compuesto de los mismos elementos químicos que ésta.

La «ley de constancia marina»—de este modo ha designado M. Quinton la permanencia de la composición marina del medio vital—no es, sin embargo, absoluta. Esta composición se mantiene para la mayoría de los animales, comprendiendo los más elevados; pero no para todos. Hay excepciones. Los protozoarios, espongiarios é hidrozoarios de agua dulce, no contienen el medio vital marino; el Anodonte, tampoco. Pero las excepciones son escasas y los animales que escapan á la ley general son de vitalidad más bien débil. Los casos de aberración son en tan corto número,

que no invalidan los casos normales ni atenúan la impresión general que resulta del examen del conjunto de los organismos.

No sorprende que haya excepciones sino, más bien, que no las haya en mayor número. En resumen, «la vida animal, aparecida en estado de célula en los mares, ha tendido siempre á mantener las células que componen cada organismo, en un medio marino. No ha mantenido este medio en todos los organismos; pero aquellos en donde la ley de constancia no ha sido cumplida, han sufrido una decadencia vital.»

En otros términos más pintorescos: la mayor parte de los organismos existentes son simples acuarios marinos, en el interior de los cuales las células continúan viviendo en agua de mar, medio donde los primeros organismos, manantial de todos los demás, tomaron origen.

Estos acuarios tienen de particular, según M. Quinton, que, sin duda, conservan el grado de concentración salina de los mares de que proceden. Los mares actuales contienen 33 gramos de sales por litro: el medio vital de los vertebrados no contiene más que 8 ó 9, y es probable que esta débil proporción de sales sea debida á que en la época en que aparecieron los vertebrados, el mar no tenía más que 8 ó 9 gramos de sales por litro. El mar, por tanto, ha ido salándose cada vez más. ¿Por qué mecanismo? Esta es otra cuestión. En

todo caso, la idea es interesante, y la ley de constancia marina toma mayor extensión. Puede decirse que los organismos animales tienden á mantener las condiciones de origen, siendo esta una noción general que puede ser fecunda.

La doctrina general, á lo menos en lo que concierne á la composición del medio vital, descansa, pues, sobre un conjunto de consideraciones tal, que permite considerar como muy verosímil el origen marino de los organismos animales.

Todavía hay que anotar un hecho, aplicación y deducción, á la vez, de esta doctrina.

Siendo el organismo animal, un acuario marino en el cual viven las células, si el líquido de este acuario llega á viciarse por una causa cualquiera, será posible reemplazarle por otro líquido tomado del mar. No por agua de mar pura, puesto que la concentración actual excede en mucho á la del medio vital, sino del agua de mar diluída, reducida á la calidad del medio vital (agua de mar 2 partes y agua destilada 5).

M. Quinton ha propuesto aplicar el tratamiento marino, inyectando agua de mar diluída en las venas, ó bajo la piel de diferentes enfermos: agua de mar muy pura, recogida lejos de la costa, adicionada con agua destilada, todo esterilizado.

Este tratamiento daría, en ciertos casos, resultados muy satisfactorios.

Anteo recobraba sus fuerzas perdidas cuando

tocaba en tierra: el hombre moderno, mejor informado, ¿las recobrará enriqueciendo su pequeño acuario personal á espensas del gran depósito de donde procede y en donde surgió toda la vida?

Lo que nos interesa y lo que es preciso retener, es que, según todas las probabilidades, la vida ha nacido en el agua, y en particular en el agua de mar.

LA VIDA Y LAS CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS

CAPÍTULO IV

LA MINERALOGÍA DE LA VIDA

La composición mineralógica del ser vivo.—Los elementos inorgánicos de lo orgánico.—El agua que contienen los organismos.—Importancia de los alimentos minerales para los organismos.—Algunas experiencias sobre las gallinas.—La etnografía y la composición del suelo.—La coneja privada de sales minerales.—Función de los minerales en la actividad de los fermentos solubles.—Mineralización propia de los fermentos.—Los minerales que la población francesa lleva en sus cabellos.—Morenos, rojos y rubios.—Función de los minerales.—El sodio y los líquidos orgánicos.—El potasio y la sangre.—La cal y el esqueleto.—Instintos de la gallina.—El magnesio, mineral de la reproducción y de la cerebación.—Función del fósforo, del azufre, del hierro.—Importancia de las materias inorgánicas para la vida.

Es un hecho perfectamente establecido, que no se encuentra en el organismo vivo elemento alguno químico que no forme parte del mundo inorgánico. Muchos compuestos orgánicos no existen en los cuerpos inorgánicos; pero todos aquellos compuestos están formados con los elementos de estos últimos. En otros términos, no existe en los seres vivos ningún elemento diferente de los que componen los inanimados.

Todo sér vivo contiene agua.

La proporción de agua es muy considerable y

varía según los organismos. En las medusas, el agua representa 95 centésimas del peso total, quedando un 5 por 100 de materias sólidas. En los vertebrados, que parecen más secos, el agua es también muy abundante. A. W. Volkmann y otros químicos han analizado cierto número de cadáveres humanos: según el resultado de los análisis se puede afirmar que un hombre de 75 kilos contiene más de 50 de agua; la proporción media es de 65 ó 66 por 100. En el embrión la proporción es aún mayor: según Bischoff, el adulto contiene—por 1000—585 de agua y 415 de materias sólidas; el recién nacido, 664 de agua y 336 de materias sólidas. No hay para qué decir que la proporción de agua varía según los órganos; pero para la totalidad del cuerpo, hay dos tercios de agua, en peso, y es una proporción muy constante, á la cual llega nuestro organismo gradualmente, pues el embrión de seis semanas, según Fehling, es más acuoso todavía que las medusas: contiene 97,5 por 100 de agua, y solo al final de la gestación es cuando alcanza la proporción normal de 66 por 100, próximamente.

Desalojando el agua por evaporación, no queda de un organismo otra cosa que un montón—considerablemente reducido en peso—de materias sólidas. Un hombre desecado da, para 100 partes de materia seca, 53 de carbono, 18 de oxígeno, 8 de hidrógeno, 7 de nitrógeno y 13 ó 14 de cenizas mi-

nerales. El vegetal—por ejemplo, el trébol—da proporcionalmente menos carbono, nitrógeno y ceniza y más oxígeno, casi el doble. La proporción de materias minerales no es muy elevada, 13 por 100 de la substancia seca, que, á su vez, representa el tercio ó más del peso del cuerpo; pero los dos kilogramos, término medio, de materias minerales que cada uno de nosotros lleva consigo, tiene una importancia extrema para nuestro organismo. Notemos de paso que la totalidad de los franceses, suponiendo que pesen uniformemente 45 kilos, pasean á través de la vida el respetable peso de 51.000.000 de kilogramos de substancias térreas.

Entre las substancias minerales que contiene nuestro organismo ocupa el primer lugar la cal; el ácido fosfórico, el segundo; el cloro, la magnesia, la sosa, vienen en seguida; la potasa, el hierro, la sílice y el manganeso no existen sino en pequeña cantidad. A estas substancias se unen algunos metaloides: el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno, el azufre, el oxígeno, que tienen, como es sabido, capital importancia en la constitución de la materia organizada, de la materia nitrogenada especialmente, de los abuminóides que constituyen nuestros tejidos.

Pero, prescindamos de los metaloides, cuya importancia nadie discute ni desconoce, y consideremos los metales, que aparecen como algo abandonados en la sombra.

La experiencia diaria, sin embargo, por su evidencia, debería atraer sobre ellos la atención. Todo el que tiene aves de corral, conoce la importancia de los alimentos minerales. He aquí dos grupos de gallinas y gallos, de la misma raza, que viven en dos gallineros contiguos, idénticos. Uno de estos grupos se alimenta con desperdicios de cocina y semillas; el otro, con estos mismos alimentos adicionados con un líquido que contenga sosa, cal, magnesia, potasa y hierro. Los dos grupos dan huevos fértiles; pero resulta que los pollos cuyos padres han recibido una alimentación mineralizada son mucho más fuertes, resistentes y valientes que los otros pollos cuyos padres no la recibieron.

Otra experiencia debida á un químico americano: si en dos lotes de puercos alimentados con maíz, al maíz de uno de los grupos se añade polvos de hueso ó ceniza de leña, resulta que los huesos de los puercos que recibieron la alimentación mineralizada son mucho más resistentes.

Otro hecho de observación, indicado por Lagneau en una Memoria que hace varios años presentó á la Academia de Ciencias Morales y Políticas: en los países graníticos, pobres en fosfatos, las plantas, los animales y los hombres son de poca talla y enclenques. Por el uso de los fosfatos en la agricultura, se acrece el rendimiento de las cosechas y se aumenta la talla de los animales y la del hombre.

Sin fósforo no hay pensamiento, decía Moleschott. Sin ácido fosfórico la vida es imposible, dice el zootécnico Reul. Sin ácido fosfórico, ó sin alguno de los 15 ó 18 elementos reconocidos esenciales, tampoco. Y con alimentos poco fosfatados no puede haber más que razas de animales entecos y de mediana talla. De aquí la costumbre que tienen los criadores de no encomendarse solo á la naturaleza, y de aumentar artificialmente la proporción de los fosfatos en la alimentación de sus animales, aunque no de una manera directa. En lugar de fosfatar la ración alimenticia, fosfatan el suelo; las plantas absorben los fosfatos y se hacen más alimenticias, y el ganado devora las plantas. Esto vale más que ofrecerle preparaciones que con frecuencia son inasimilables.

Las materias minerales son indispensables al organismo.

Una experiencia de M. Y. Gaube nos hace patentes los efectos de la miseria mineral. En una liebre preñada sometida á una alimentación pobre en materias minerales, los efectos son indiscutibles: el parto es laborioso; los pequeñuelos son más pequeños de lo que debieran ser; su piel es gelatinosa y los miembros apenas bosquejados; tienen los huesos blandos; las uñas rudimentarias; faltan los incisivos superiores é inferiores y en estas miserables crías la mortalidad es considerable.

Estos ejemplos y otros muchos que sería fácil ci-

tar, muestran la importancia que tienen las sales minerales en la fisiología del animal, y por consiguiente, del hombre.

Hay un punto sobre el cual conviene detenerse un instante; se refiere á la influencia de los elementos minerales en los fermentos solubles, sustancias misteriosas que parecen vivas, y de las cuales ya hemos hablado.

Casi vivas, en efecto. Les falta algunos de los atributos de la vida, mas por su actividad, recuerdan al ser vivo. Su composición, muy compleja, les aproxima más al ser vivo, que no á la materia inorgánica; igualmente, su fisiología en lo que se refiere á la necesidad de materias minerales. Cada vez es más evidente, en efecto, que todo fermento posee su mineralización propia, y que perdida ésta, el fermento permanece inactivo. Si á un fermento muy activo—lleno de vida, diríamos de buena gana—se le priva de su cal, yodo ó sosa, muere y es incapaz, por tanto, de producir efecto alguno. Este hecho resulta probado, especialmente, por las hermosas investigaciones de M. Gabriel Bertrand.

Consideremos, por ejemplo, la diástasa, que es un albuminoide que contiene diez milésimas de cal, con otros elementos minerales, también en muy pequeña cantidad. Es fácil precipitar la cal, separarla y procurarse de este modo una diástasa decalcificada. Pongamos esta diástasa decalcificada en presencia del engrudo de almidón. No se produce ac-

ción alguna. Repitiendo la experiencia con la cal que acabamos de separar, también se observa que es inactiva. Pero volviendo á mineralizar la diástasa decalcificada, por la adición de la cal, vuelve á ser activa inmediatamente; con la mineralización recobra su propiedad esencial; vuelve á ser lo que era antes.

Veamos otro fermento, la mirosina, una sustancia albuminoidea siempre rica en azufre, cal y magnesia, y que tiene la propiedad de hacer fermentar la sinigrina, produciendo la esencia de mostaza. Eliminemos la cal del fermento y pongámosle en presencia del mironato de potasio; no se verifica ninguna reacción; el fermento ha perdido toda su virtud. Devolvámosle la cal, y en el acto recobran su actividad. Ocurre lo mismo con la lipasa, fermento de las materias grasas; si se le despoja de su mineral dominante, que es la sosa, pierde su propiedad característica. En la lacasa, que es un fermento oxidante estudiado por M. Gabriel Bertrand, también se observa igual fenómeno. La lacasa es particularmente interesante, por presentarse en estado natural, con grados de mineralización diferentes. La lacasa de la alfalfa contiene cinco centésimas de manganeso y no obra sino muy débilmente. Agregando una pequeña cantidad de este cuerpo, en forma de sal soluble, en el acto adquiere un poder incomparablemente mayor. Separemos el manganeso de una lacasa muy activa:

se queda paralizada é inerte. Restituyamos el manganeso: se restablece la actividad. El manganeso es indispensable, porque ningún otro mineral puede reemplazarlo.

De estos hechos resulta que los fermentos amorfos ó enzimas no ejercen su actividad sin el concurso de los minerales. A uno le hace falta la cal, á otro le es indispensable el manganeso; á un tercero, otro cuerpo cualquiera. O dicho de otro modo: cada uno tiene su metal específico, y privado de él queda paralizada su acción como fermento. La mineralización es, pues, necesaria á las formas más inferiores, como á las más elevadas de la vida.

Por otra parte, es cierto que el organismo animal pierde sin cesar materias minerales. Cada día verifica la secreción de cierta cantidad de sales por los riñones, y las pierde también por otras vías, como son los cabellos y las uñas. Los cabellos son ricos en minerales: contienen fósforo, azufre, cal, magnesia, potasa, sosa, hierro, sílice, sin contar el arsénico, la plata, el cobre, etc. Se ha calculado que los 14 millones próximamente de mujeres adultas que hay en Francia—admitiendo que la cabellera de cada una pese 300 gramos por término medio—llevan, poco más ó menos, 630.000 kilogramos de materias minerales sobre la cabeza. Ahora bien, admitiendo que cada una de ellas pierde 10 centigramos de pelo por día, y que los

cabellos contienen 15 por 100 de substancias minerales, cada año se restituyen al suelo 75.000 kilogramos de materia mineral. Notemos de paso que la composición de las substancias minerales perdidas por los cabellos varía según el color de éstos. Las materias minerales que dominan en los cabellos rojos no son las mismas que en los cabellos negros ó en los castaños. En los cabellos rojos, prepondera el silicio; en los negros, el potasio. Las razas rubias son, pues, silíceas; las morenas, potásicas. La diferencia de composición química es muy marcada. Las pérdidas minerales por las uñas son escasas, porque aun cuando están más mineralizadas, su crecimiento es lento, y, por lo tanto, lo es la eliminación que por ellas se verifica. Cada uno de nosotros devuelve á la tierra, por año, con el corte de las uñas, 64 centigramos de materias minerales, más pobres en hierro y en manganeso que las contenidas en los cabellos.

Mas no basta hacer constar la continua eliminación de las sales minerales; no es suficiente probar, en tesis general, que las sales minerales son indispensables á la vida. Es preciso examinar cuáles son estas sales y qué función desempeñan.

Hay dos metales que predominan en la mineralización de los seres vivos. El potasio domina en la del reino vegetal; el potasio y el sodio, en el reino animal; además, el sodio adquiere lugar más

preminente en los seres más elevados, en particular en el hombre.

El sodio es para el hombre el primero de los minerales alimenticios. Necesita diariamente por cada kilogramo de peso, un decígramo de sodio, por lo menos; sin esta pequeña cantidad, el organismo decaería como el trigo privado de su parte alícuota de cal ó de otro elemento que le sea indispensable. Las sales de sodio forman parte de todos los líquidos del cuerpo: de aquí la necesidad imperiosa que el hombre tiene—sobre todo cuando se alimenta exclusivamente de vegetales, que son pobres en sosa—de incorporar á su alimentación sal marina, cloruro de sodio. En Francia, cada habitante añade á sus alimentos diez kilogramos de sal por año, y de esta suerte, á pesar de las pérdidas cotidianas—que ascienden á una veintena de gramos, de los cuales 12 se eliminan por la orina y 8 por el sudor, la saliva, las lágrimas, la mucosidad nasal, etcétera—conserva los 200 ó 250 gramos que debe contener en estado normal. Diversos estados morbosos van acompañados de una disminución en la cantidad normal de cloruro de sodio; la tuberculosis, por ejemplo. Y el animal á quien se priva de sodio decae y muere muy pronto, porque los cambios nutritivos no pueden tener lugar sin la presencia de este elemento. Obsérvese de paso que los pescados son los animales más ricos en sosa. Y también, que los músculos del hombre son más ri-

cos que los de los animales, y los de la mujer aún más que los del hombre.

Es un hecho evidentísimo, que el sodio es un elemento mineral esencialmente propio para el organismo animal. El animal tiene absoluta necesidad de él, pero no la planta. Parece ser que puede ésta vivir sin sosa. Ciertas plantas, sin duda, hacen abundante provisión de esta substancia, pero no les es indispensable, exceptuando las algas marinas. El sodio es, por consiguiente, un cuerpo particularmente apreciado de los animales.

En cambio las plantas tienen predilección por el potasio. La utilidad de éste para el hombre es, sin duda, indirecta, pero no por esto menos real, puesto que, sin las plantas, el hombre no podría existir, y sabido es cuán mísera es la condición de las plantas que tienen que vivir en un suelo pobre en potasio. Posee, sin embargo, este elemento su utilidad directa, y por esta razón forman parte del hombre. Es el mineral específico del líquido sanguíneo que tiene la misión de favorecer las oxidaciones, regenerando incesantemente la hemoglobina. Los ácidos destruyen la hemoglobina, vehículo del oxígeno en la sangre: el potasio la regenera. Es, pues, uno de los elementos constitutivos necesarios del glóbulo rojo, y la sangre no podría ser sangre sin el potasio. Es útil, además, dando á ciertos fermentos—la diástasa pancreática por ejemplo—su actividad. La cantidad que necesita el organismo

es, sin embargo, muy pequeña; con frecuencia se sobrepasa, y el exceso es perjudicial, pues el potasio, aun en dosis moderadas, es un veneno.

Se ha creído en la posibilidad de reemplazar el potasio, por el cerio ó el rubidio, en la alimentación de las plantas; pero ningún elemento puede reemplazarlo en la fisiología de los animales. Por otra parte, el exceso de potasio es perjudicial. Las sustancias más útiles se convierten en venenos cuando se absorben en dosis excesivas.

La cal completa la trinidad de los minerales predominantes en el organismo. Cada uno de ellos tiene su función especial. La cal subviene á las necesidades del crecimiento y del esqueleto. Considerad los arrecifes madreporicos, los yacimientos de creta, formados de millones de esqueletos de organismos; considerad todos los seres vivos, su esqueleto interior ó su caparazón exterior; todas estas partes sólidas, las elaboradas en épocas geológicas remotas y las producidas ayer, todas están formadas de sales de cal. La cal es, en verdad, el mineral predominante de los seres; es la materia que compone su osamenta, sea central ó periférica; es la materia indispensable para el crecimiento. Domina la cal en los huesos, en las partes sólidas. Es el elemento químico más abundante en los animales superiores: ningún otro elemento, en ningún grupo de organismos, se presenta en proporción tan elevada. Los animales superiores tienen con-

ciencia de la necesidad de la cal. Se ve muchas veces niños que ingieren ansiosos creta y otros compuestos calcáreos, lo mismo que otros saborean dulces ó bombones; gallinas que picotean con avidez la creta ó la cal. Y es muy natural. Las gallinas, para la puesta, hacen un consumo considerable de cal; la necesitan para formar la cáscara de los huevos. Y los niños la necesitan para el crecimiento de su esqueleto. Es un ejemplo de sentimiento muy marcado y definido, de necesidad orgánica. Un experimentador ruso, M. Borissoff, colocó gallinas y gallos separadamente en jaulas, poniendo á disposición de unos y otros fosfato y carbonato de cal. Los gallos apenas si tocaron la mezcla; las gallinas absorbieron á gramo por día. Las gallinas necesitaban un suplemento de cal para sus huevos, mientras que los gallos nada tenían que hacer con aquellas substancias.

Juega, pues, la cal un papel importante en el organismo; es un fijador del nitrógeno; es un agente de difusión de los albuminóides; es elemento indispensable á diferentes fermentos, y es, por fin, el mineral predominante en el protoplasma.

No es menos indispensable la cal en las plantas, en las cuales se encuentra en proporciones muy variables en los diferentes órganos y según la estación. Las hojas son, particularmente, ricas en cal, cuyo hecho se explica considerando que el núcleo de los cuerpos clorofílicos y aun la misma clorofila

contienen cal. Sin esta cal, la clorofila, cuya extrema importancia en la nutrición de la planta es bien conocida, cesa de funcionar y sobreviene un empobrecimiento rápido de la planta. Se explica también por la pérdida de la cal el envenenamiento que el ácido oxálico produce en los vegetales. El ácido oxálico tiene la propiedad de precipitar la cal, aun en soluciones muy tenues, y, por consiguiente, destruye la clorofila. La cal, además, entra en la constitución de las paredes de las células vegetales. Solamente algunas formas inferiores, bacterias, algas ú hongos inferiores, pueden vivir sin la cal.

El magnesio cumple otra función completamente distinta. Tiene particular importancia para el hombre; en ningún sér se presenta más abundante; es un mineral especialmente humano. Ahora bien, el hombre tiene dos características: su cerebro y su aptitud para la reproducción en todas las estaciones. Paralelamente con este hecho, consideremos el siguiente: que en el cerebro, en la semilla, en el huevo, en los elementos reproductores, la magnesia es abundante, predominando sobre la cal; es un elemento importante de las nucleinas, de las materias nitrogenadas que abundan en estas sustancias. Es evidente que la coincidencia no es fortuita. La magnesia desempeña un fin especial en la nutrición y la composición de las sustancias que corresponden á las manifestaciones vitales más

intensas. Isidoro Pierre y Yannetaz han observado que las semillas privadas de magnesio no dan sino plantas rudimentarias: I. Gaube ha hecho estériles ratones que hasta entonces habían sido prolíficos, haciéndoles tomar alimentos desprovistos de magnesia. Por último, los elementos reproductores más maduros son también los más ricos en magnesia; y, según las investigaciones de Loew, una solución de magnesio puede, con respecto á ciertos huevos, desempeñar la función de materia fecundante y provocar su desenvolvimiento. De este conjunto de hechos, y de otros más todavía, puede concluirse que el magnesio es factor importante en la fisiología de la cerebración y de la reproducción; la acción del magnesio es muy diferente de la de otros elementos minerales. Muy diferente y muy importante para la vida de los seres, y sobre todo para la del hombre.

Parece confirmado por las investigaciones de O. Loew, que la presencia y la intervención del magnesio es necesaria para la formación de los cuerpos nitrogenados superiores, y para la utilización del ácido fosfórico que entra en la composición de éstos. Si falta el magnesio, el núcleo de las células se paraliza y cesa de multiplicarse, perturbación seguida inmediatamente de efectos desastrosos.

El fósforo es un elemento mineral que no necesita reclamo. Es opinión acreditada generalmen-

te—sobre todo según Moleschott—que el fósforo es el mineral del pensamiento. Sin fósforo no hay cerebro, ni pensamiento, por consiguiente. Esta afirmación es verdadera y falsa á un tiempo, como ya he demostrado, pues la supresión de cualquier otro elemento mineral del organismo será seguido, á la larga, de los mismos efectos. Todos los elementos minerales del organismo son igualmente necesarios, aun cuando por motivo distinto. Sin embargo, se puede decir, en favor del fósforo, que es indispensable á las nucleínas y á las lecitinas; las primeras forman parte de las células nerviosas; las últimas permiten la utilización de las grasas, según Loew, (*Année Biologique*, t. V, p. 280). Y por otra parte, el fósforo y el magnesio marchan siempre juntos. El fósforo abunda en el hombre; la utilidad de los fosfatos en la alimentación es conocida. Fosfatos asimilables, por supuesto, pues una multitud de drogas fosfatadas no tienen valor—como no sea para el que las vende—siendo impropias para servir á la nutrición de los tejidos.

Al igual del magnesio, el fósforo es un elemento de los tejidos superiores y de las sustancias más complejas; entra en la composición de las nucleínas y de gran número de materias proteicas y lecitinas.

¿Habrà quien se atreva á discutir el hierro? No es probable, porque el hierro proporciona un excelente ejemplo de la importancia capital de los ele-

mentos minerales para el organismo. Suprimid los pocos gramos de hierro que contiene el organismo, y sobreviene la muerte inmediata. Disminuid tan solo la proporción de este metal en la sangre, y se produce la anemia y la asfixia. Y privada de hierro la planta, se pone tan clorótica como la mujer anémica.

Este último hecho fué indicado en 1843 por E. Gris, cuyas investigaciones demostraron que el hierro es indispensable para la formación de la clorofila. Ciertas plantas, como el *Lemna* y el castaño de agua, acumulan en sus tejidos grandes proporciones de hierro. En el animal, el hierro desempeña una función capital en la sangre; sin hierro, no hay respiración posible; la sangre no absorbe el oxígeno para llevarlo á todo el organismo.

Tampoco puede discutirse el azufre, tan abundante en el organismo, combinado con bases diferentes. Cuando se considere en detalle, como ya comienza á hacerse, la influencia capital de los diferentes elementos minerales en el organismo, sorprenderá, sin duda, que durante tanto tiempo se les haya tenido en olvido.

Podrá apreciarse con exactitud, que la alimentación mineral desempeña una función tan importante como la que tiene por base las materias orgánicas, y se comprenderá mejor la acción de estos alimentos minerales.

Respecto al silicio, hasta el presente se ha con-

siderado este elemento necesario únicamente al esqueleto de las plantas y al caparazón de las diatomeas y de otros organismos elementales. Pero hemos indicado que es abundante, también, en la cabellera de los rojos y rubios. También hemos visto que este elemento abunda en los músculos; y, particularmente, es más abundante en el toro que en el buey, en el hombre que en la mujer; es, en cierto modo, un mineral masculino. ¿Por qué? Todavía no se conoce la razón de estos hechos curiosos.

Aún nos queda el manganeso. Conocemos, actualmente, su importancia para la constitución y la actividad de un fermento oxidante. Mas, sin duda, tiene otros fines; cumple otras funciones. Es, seguramente, un oxidante; mas se necesitan investigaciones precisas; sería necesario saber en qué tejidos, en qué órganos presta más servicios, y de qué manera. El mismo problema se plantea para otras substancias.

Es incontestable que la materia viva es diferente de la materia orgánica. Pero también es cierto que la materia orgánica está formada, exclusivamente, de elementos inorgánicos. La base de la vida es, pues, puramente física y química, y la fisiología tendrá que partir de esta base para conocer mejor el papel de los diferentes minerales en el funcionamiento de nuestros órganos, proporcionando de este modo á la medicina una base más sólida.

CAPÍTULO V

EL AGUA Y LA VIDA

Función del agua en las operaciones químicas.—Importancia que debe tener en la química de los organismos.—Lugar que ocupa en éstos.—Proporción del agua en las plantas, en los animales, en el hombre y en los diferentes órganos del cuerpo según la edad.—Relaciones de la proporción de agua con la actividad.—Los organismos viven, en realidad, en agua corriente.—Importancia del agua en el desarrollo de las plantas.—Proporciones más convenientes según las especies.—El agua y la germinación.—Función de la humedad y de la sequedad en el desenvolvimiento de las plantas.—Antagonismo de las necesidades de la especie y del individuo.—Importancia del agua en el desenvolvimiento en volumen.—La progenie de una bacteria.—Proporciones de agua en el cuerpo según las edades.—Influencia del agua sobre la forma.—Influjo sobre el crecimiento de los árboles.—Los anillos de la madera y la meteorología retrospectiva.—La lucha por el agua.—La flora del desierto.—Cómo las plantas resisten la falta de agua.—Las que se apresuran.—El arte de sembrar a tiempo.—Las que se adaptan al medio.—Cómo recoger el máximo de agua.—Cómo depositarla.—Cómo conservarla.—Reservas subterráneas y aéreas.—Raíces de la flora de los desiertos y de las dunas.—Reducción ó supresión de las hojas para disminuir la traspiración.—Los estomas puestos al abrigo del sol y de las corrientes de aire.—Función de los pelos.—Engrosamiento de la cutícula.—Concentración del jugo celular de las plantas.—Necesidad del agua para la vida.

Es un axioma reconocido generalmente, que *corpora non agunt nisi soluta*. Es necesaria el agua para que dos cuerpos puedan reaccionar entre sí; si estando perfectamente secos se les pone en contacto, permanecen inertes, aun cuando posean afinidades mutuas; se ha podido destilar fósforo en

una atmósfera de oxígeno después de haber privado á estos dos elementos de las últimas huellas de humedad. Una excepción ofrecen, sin embargo, el hidrógeno y el oxígeno que, al parecer, se combinan aun estando perfectamente secos; pero examinando el caso más de cerca, se advirtió que, en realidad, no había tal excepción: los gases tenidos por secos, no lo estaban en realidad. Y cuando lo están, no se verifica combinación alguna, aun á 1.000° c. El agua, ó un electrolito, es indispensable á la actividad química: el agua impura con preferencia, porque el agua pura no es electrolito.

Siendo el agua necesaria en las reacciones del mundo inorgánico, no causará sorpresa que sea también indispensable á los organismos. Estos, sean grandes ó pequeños, animales ó vegetales, constituyen verdaderos laboratorios químicos extremadamente activos; múltiples y variadas reacciones se verifican en ellos constantemente y no podrían funcionar sin el agua, pues que la materia está sometida en los organismos á las mismas leyes que fuera de ellos. Por tanto, la vida no puede prevalecer sin agua; existe agua en todos los organismos, y ninguno puede permanecer activo si no encierra una cierta proporción de este líquido.

Se puede apreciar la importancia del agua para la vida, por la proporción en que se encuentra en los organismos. Todos ellos contienen una gran cantidad de ella. Si examinamos la composición

química de algunos vegetales alimenticios usuales, comprobaremos que el agua ocupa en ellos el lugar preponderante. La zanahoria, la col, la remolacha, contienen de 87 á 91 por 100. El maíz está menos hidratado (75), pero el pepino y la lechuga lo están aún más (95). En términos generales, las semillas están menos hidratadas que las demás partes de las plantas: el pistache contiene 9 por 100 de agua; la lenteja, 8,4; la almendra, 4,8; la nuez, 2,5. Las partes más activas, bajo el punto de vista químico, son las más hidratadas, según resulta del examen de la composición de las diferentes partes de una misma planta. He aquí, por ejemplo, un girasol. Encontramos que su semilla tiene 4,43 de agua; 7 la envoltura de éste; 7,40 el capítulo; 8,79 el tallo, y por fin, 12,51 las hojas. La semilla es la parte menos activa de la planta, y es sabido que para entrar en acción necesita mucha agua; la hoja es la parte más activa, el laboratorio por excelencia, y por eso encontramos que es la que contiene más agua.

Al igual de los vegetales, los animales contienen también agua. El protoplasma contiene de 60 á 90 por 100, lo cual dice bastante sobre la necesidad del agua para el sér vivo. En su *Experimental Morphology*, Davenport ha reunido cierto número de determinaciones debidas á Bezald, Krukenberg, Liebermann, referentes á diversos animales.

La proporción de agua oscila entre límites extensos, pero siempre es elevada. En algunos Ctenóforos, alcanza cerca de 99 por 100; en la mayoría de los Invertebrados se sostiene entre los 70 y 90. En los Vertebrados, las cifras varían de 59 á 80. En todos, la proporción de agua es muy considerable y sobrepaja á todos los restantes elementos constitutivos del cuerpo. El hombre no es excepción de esta regla; como los demás animales tiene un origen acuático y vive en un medio líquido, según hemos demostrado anteriormente. El hombre está formado por más de la mitad de su peso de agua (59 por 100). La proporción de este líquido es más elevada en el niño: en el recién nacido llega al 70 por 100.

La substancia de que se trata está repartida muy desigualmente en el cuerpo; ciertos órganos, ciertos tejidos, son más ricos en agua, y otros más pobres. El marfil de los dientes es relativamente seco (10 por 100); pero el esqueleto lo es menos de lo que podía creerse: tiene 48 por 100 de agua. Las tres cuartas partes del cerebro y los músculos son de agua; la substancia gris, la más activa del cerebro, contiene 85 por 100, más aún que el riñón (82), el cual, cosa extraña, contiene más agua que la sangre (79). Se puede observar que, en general, el hombre se deseca con la edad; el niño tiene 66 por 100 de agua, el adulto 58 ó 59, el viejo algo menos.

Este hecho, unido á otros del mismo género, permite formular la siguiente conclusión general, que no deja de tener interés: la actividad vital de los individuos y de los órganos—los cuales son en cierto modo individuos subordinados—está en relación con la proporción del agua contenida en sus tejidos. De un lado observamos que los tejidos más activos son también los más ricos en agua: los músculos, el cerebro en el animal; la hoja en la planta. De otro, la fisiología demuestra que el animal que trabaja consume más agua que el animal en reposo. El caballo, durante el trabajo, bebe doble cantidad de agua; lo mismo le ocurre al hombre. Es que se necesita más agua para atender á la transpiración cutánea ó pulmonar, que se acrece por el trabajo, y para impedir que se verifique la deshidratación de la sangre. Y como el caballo desenvuelve un trabajo mecánico superior al producido por el hombre, necesita más agua proporcionalmente (16 por 100).

Sin duda, el agua no alimenta; pero es sabido que un animal sometido á la abominable experiencia de la muerte lenta por inanición, perece en la mitad del tiempo cuando á la tortura del hambre se añade la de la sed.

La abundancia de agua en los tejidos de todos los organismos es una prueba de la importancia de este elemento para la vida; nosotros vivimos en el agua—y aun en agua corriente, puesto que

cada día, todo animal y toda planta la absorben y la eliminan; el hombre, en particular, absorbe dos litros y medio y elimina otro tanto—vivimos, pues, en el agua, y sin la presencia constante de este líquido, sin una renovación abundante del mismo, siempre proporcional á su eliminación, los organismos perecerían pronto.

Observemos, sin embargo, que la necesidad de agua varía en los diferentes organismos. Existen en los desiertos muchos animales que no pueden procurarse al día más que una muy escasa cantidad de este líquido. Los hay que prácticamente no beben nunca y no absorben más agua que la que forma parte de sus alimentos. Las exigencias varían; hay plantas que requieren mucha agua; otras, en cambio, necesitan poca.

Las especies habituadas y adaptadas á un clima seco, temen los climas húmedos; por esto los *Eucalytus* de Australia no arraigan en el clima húmedo, aunque también cálido, de Raugvon. Inversamente, las plantas habituadas á la humedad no pueden soportar el clima seco. Es verdad que la necesidad de agua varía según los organismos; pero lo es también que el agrónomo que conoce la necesidad y los efectos distintos del agua sobre el metabolismo de las diferentes especies de plantas industriales, puede llegar á conclusiones de gran interés práctico.

Se sabe por recientes experiencias, que cuan-

to más seco es el suelo, se obtiene mayor abundancia de semilla, y ésta es más rica en hidratos de carbono. El suelo húmedo produce más vegetación y menos semillas, ó semillas más ricas en celulosa; el suelo seco, por el contrario, da menos vegetación, pero mayor cantidad de semillas, y éstas más ricas en hidratos de carbono. Por consiguiente, se debe regar de diferentes maneras, según el objeto que se persiga al cultivar una planta. La cantidad de agua necesaria varía, sin embargo, según las especies: el suelo seco será conveniente para algunas, y no lo será para otras.

Hellriegel, en efecto, ha demostrado, que para la cebada, por ejemplo, el grado de humedad (40) que da el máximo de rendimiento de grano, es distinto del que asegura el máximo de rendimiento de paja (60). En el mismo orden de ideas, M. Edmundo Gaim ha demostrado que, para una misma especie, las cantidades de agua no son las mismas en los distintos períodos de desarrollo. Y sería, en efecto, un error, creer que hay un grado de humedad de eficiencia máxima constante para todo el tiempo de vegetación de una planta. Desde luego y en términos generales, es manifiestamente conveniente para una planta, sujetarla á períodos alternativos de sequedad y de humedad: estas alternativas son más provechosas que una constante humedad, favorable á muy contadas especies; la mayor parte necesitan, en los distintos períodos de

su desenvolvimiento, diferentes cantidades de agua.

Se necesita ésta para iniciar la germinación. La semilla, en general, está siempre seca; necesita agua para que las operaciones químicas de la germinación puedan efectuarse. Mas, una vez establecida ésta, la planta no requiere demasiada agua, 15 por 100 de la cantidad correspondiente á la saturación del suelo. Un poco más tarde, en el instante en que aparecen las primeras hojas, necesita más. En este momento le hace falta una gran proporción de agua (40 ó 45). Pasado este período, la necesidad de agua disminuye; durante la foliación, 20 ó 25 por 100 es suficiente. Las necesidades se aumentan, sin embargo, más tarde, al aparecer las primeras flores. En esta época vegetal, los riegos repetidos son muy favorables. Pero la sequedad relativa vuelve á ser necesaria al fin de la floración. Importa, en efecto, que la fructificación se haga en un medio seco: la sequedad es favorable á la cualidad del fruto y á su maduración.

Se ve, pues, que la humedad continua sería tan desventajosa como la sequedad permanente. Hay tres períodos críticos—germinación, comienzo de la foliación y de la florescencia—en que se necesita gran proporción de agua; en los intervalos, no es necesario que ésta sea abundante. La abundancia de agua es siempre inútil, con frecuencia, nociva; esto es terminante, en particular, por lo

que se refiere á las plantas cultivadas por el aprovechamiento de sus raíces. Las plantas, en suelo seco, tienen las raíces más gruesas que las plantas cultivadas en suelo húmedo, y en los países secos, en Argelia y en Túnez, por ejemplo, las raíces son enormes comparadas con el peso y con la altura de las partes aéreas.

Los hechos que anteceden tienen un interés real, práctico y económico para el jardinero y el agricultor, indicándoles en qué momentos es ventajoso regar, si la naturaleza no se encarga de ello; pero también tienen importancia filosófica. Efectivamente; es un hecho que la humedad del suelo, si bien aumenta el volumen y la altura de las partes aéreas y la cantidad de los frutos y de las semillas, disminuye el volumen de éstas. La sequedad produce semillas más gruesas, más pesadas; la humedad las da más numerosas, pero más pequeñas y menos propias para perpetuar la raza. En los tubérculos se observa un hecho análogo. La humedad y la sequedad no tienen influencia sobre el número de los tubérculos, y en un suelo húmedo los tubérculos son más grandes; en el suelo seco los tubérculos son más pequeños, pero más perfectos, más densos, más ricos en alimentos para el hombre ó para la nueva planta. La humedad, pues, que es favorable para el desenvolvimiento del individuo en cuanto al peso y al volumen, es desfavorable al de los elementos reproductores. La

humedad favorece al individuo; la sequedad á la especie ó á la raza. Y este hecho muestra que los intereses del individuo y los de la especie no se confunden nunca; que no basta desenvolver al individuo para obtener una acción favorable á la colectividad; que el bien de ésta no lo constituye la suma de los bienes de sus elementos.

Pero volvamos á la cuestión del agua. El agua tiene, indudablemente, una importancia considerable en el crecimiento de los organismos.

Las bacterias, en su conjunto, están dotadas de una multiplicación rapidísima, y la multiplicación es una forma de crecimiento. En condiciones favorables, una bacteria se desdobra en menos de media hora; en treinta minutos próximamente, una bacteria se duplica en número y en volumen. Admitamos que el desdoblamiento no ocurra más que una vez por hora; al cabo de veinticuatro horas, una sola bacteria posee una prole de 16,5 millones, y en tres días de 4.777 trillones. El volumen, que en el primer día asciende á 0,022 milímetros cúbicos, llegaría á ser en el tercero de 7,5 millones de litros. Algunos días después—en condiciones favorables que, afortunadamente, no se realizan—el volumen de la masa de las bacterias sobrepasaría al de nuestro planeta. Sería sorprendente que en tan poco tiempo una masa semejante de materia viva pudiera organizarse. No hay, sin embargo, por qué admirarse. Las tres cuartas partes

de un organismo están constituídas por el agua, y aun más muchas veces, lo cual explica el milagro del crecimiento. La importancia del agua en los fenómenos vitales aparece por esto mayor aún.

No es preciso otorgar á la osmosis un lugar preponderante en los fenómenos de crecimiento; dependen éste más bien de procesos moleculares, de la afinidad química, disociación, presión molecular, tensión superficial. Pero la turgencia, ó sea la distensión que precede á la neoformación celular, y que es producida por el agua, tiene alguna influencia en el crecimiento. Por esto se puede estorbar el crecimiento modificando la turgencia. Una célula sumergida en una solución salina neutra deja de crecer, porque la solución neutraliza la presión osmótica interior; análogamente, una planta con hojas no turgescientes deja de crecer. Suprimid la turgescencia, es decir, la presencia del agua y su presión, y el crecimiento ya no se verifica.

La importancia del agua en la vida de la planta se manifiesta en todas las edades de ésta.

La semilla necesita, por lo menos, de 40 á 60 por 100 de su propio peso, y á veces un peso igual de agua. También la necesita mucho el huevo del animal. La primera edad de la planta ó del animal es un período de considerable absorción de agua correlativo con un crecimiento muy rápido. El agua alcanza en este momento su proporción máxima:

el pollo de cuarenta y ocho horas contiene casi 90 por 100 de agua, y al salir del cascarón 60 á lo más; el embrión humano de seis semanas 97,5 por 100, en lugar de 70 que tiene al nacimiento. Por consiguiente, el organismo va secándose con la edad, y paralelamente también irá disminuyendo la facultad de crecer, que poco á poco llega á anularse.

La planta adulta necesita del agua, no sólo en el suelo, sino también en el aire. La hoja y el fruto, según han demostrado Keinke y F. Darwin, crecen tanto más cuanto el aire es más húmedo. La humedad atmosférica estimula el crecimiento de los órganos aéreos; en el aire seco el crecimiento es más lento por la abundancia de la transpiración. Además, la proporción de agua en el aire no obra solamente sobre el crecimiento; influye, á la vez, en la forma de los órganos de la planta. En un medio húmedo, la *Ononis spinosa* no forma espinas; lo mismo sucede con el Agracejo y el Acebo. Por el contrario, en un ambiente seco, plantas no espinosas adquieren espinas: en las regiones secas del Egipto, la rosa común da hojas espinosas. Los ejemplos de este género son numerosos.

Los efectos producidos en las plantas por las variaciones en la cantidad de agua disponible, dejan en ellas huella permanente. Todo el mundo sabe que en el corte de un tronco ó de una rama de árbol, los anillos concéntricos que forman la made-

ra propiamente dicha varían de espesor. Hay anillos gruesos y también muy delgados. Tales diferencias de crecimiento en el espesor anual, son debidas á la diferencia de las condiciones meteorológicas. A un año seco corresponde un anillo delgado, á un año húmedo un anillo grueso. Así, al año 1896, que fué muy seco en los Vosgos, corresponden en el corte de los pinos de esta región anillos de escaso espesor. ¿Quiere esto decir, que por el estudio del corte de un tronco de árbol que haya vivido quinientos años, se pueda averiguar las características meteorológicas de este tiempo? Un experimentador americano ha intentado la prueba en algunos árboles en Texas, llegando á conjeturar que de los ciento treinta y cuatro años que habían vivido estos árboles, 6 debían haber sido extremadamente secos; 8 muy secos; 19 secos; 17 un término medio; 18 húmedos; 60 muy húmedos y 6 extremadamente húmedos. Mas, cuando comparó estos resultados con los registros meteorológicos, tuvo ocasión de comprobar que no había concordancia ó que ésta no era regular. No basta que un año sea muy seco para que los anillos de la madera sean delgados, ni tampoco es suficiente que sean muy húmedos para que estos anillos sean gruesos. Entran en juego otras condiciones, y no es posible, por el momento, reconstruir la meteorología retrospectiva por los troncos de los árboles. Nótese de paso una razón por la que las concordancias in-

dicadas antes pueden haber faltado. El crecimiento en espesor del anillo no se verifica sino durante una parte del año; por tanto, sólo en este período es cuando la lluvia ó la sequía pueden tener influencia sobre él mismo. Todo depende del momento en que tiene lugar la lluvia. Por lo cual, de dos años que presenten la misma cantidad de lluvia, el uno ha podido ser favorable y el otro desfavorable al crecimiento, en razón del momento en que haya llovido, y tener el tronco dos anillos de diferente espesor para dos años de igual lluvia; lo cual induciría, equivocadamente, á afirmar que el régimen meteorológico de los dos años había sido distinto. Por el contrario, los anillos correspondientes á dos años diferentes de condiciones meteorológicas, pueden ser semejantes: bastará que en el momento del crecimiento en espesor, las condiciones hayan sido las mismas, pudiendo, en el resto del tiempo, haber diferido enormemente.

Las plantas y los organismos animales viven en el agua y por el agua, y en este líquido comienzan su vida. Los insectos, los reptiles, los moluscos, depositan sus huevos en sitios húmedos ó en los tejidos vivos—por consiguiente húmedos;—ó bien están provistos de envolturas gruesas, impermeables, que se oponen á la evaporación de la cantidad considerable de agua que forma parte del germen ó embrión. El germen del mamífero comienza su

desenvolvimiento en el agua, y en su principio está formado casi enteramente de agua.

Si el agua es, pues, indispensable, ¿cómo logra vivir la flora del desierto? ¿De qué medios se vale para emprender con éxito la lucha por el agua?

En primer término, notemos que en el desierto existe toda una serie de plantas que no se han modificado ó adaptado, al menos en su anatomía ó en su estructura. Estas plantas han emprendido, en cierto modo,—el lenguaje de que hacemos uso es puramente figurado—la tarea de salir del empeno «acelerando», tirando hacia adelante. Esto es lo que hacen también las plantas en los climas fríos, en donde, en el espacio del corto estío polar, llegan á realizar todas las evoluciones que sus congéneres de las regiones templadas ejecutan con despacio, en un tiempo doble ó triple. En el desierto, en el Sahara, por ejemplo, la planta hace de Febrero á Abril todo el trabajo que en Francia hace de Abril á Octubre. «Todo» es quizá mucho decir, pero hace lo esencial, que es salvar también la especie; y si las circunstancias lo permiten, trabaja un poco para sí misma.

Las plantas luchan, pues, modificando la duración de su período vegetativo. Parece como si no tuvieran más que un solo objetivo: perpetuar la especie sin preocuparse del individuo. Este no trabaja más que para la especie. Mientras dura el período seco, vegeta, sin sacrificar nada á su propio

desarrollo, reservándose, en cierto modo, para la estación de la reproducción. La señal de ésta la determina la primera lluvia. Enseguida reanuda su vida, produce sus flores, y se apresura á madurar su semilla. Las hojas, por decirlo así, no se presentan. Aparecen una ó dos, las puramente necesarias para las necesidades respiratorias; pero esto es todo: la planta nada sacrifica á su utilidad personal. Asegurada la reproducción, todo lo demás es de interés secundario. ¿La estación es más húmeda que de costumbre? Se abren otras yemas; se forman ramas, y la planta, continuando la reproducción, adquiere cierto desarrollo. También, según las condiciones, la planta puede existir bajo diversas formas: en un lugar solamente alcanza 2 ó 3 centímetros de altura; en otros llega á 30, 60, 90 centímetros. La zarza crece hasta alcanzar 3 metros de altura, si las lluvias son abundantes; pero no se eleva á más de 10 á 20 centímetros donde la lluvia haya sido escasa. En términos generales, en las plantas del desierto los fenómenos vegetativos no guardan relación con las estaciones. Duermen en el estío, en la estación cálida y seca; vegetan en invierno, en la estación relativamente fría y húmeda. El estío determina el período de reposo que, normalmente, se produce en invierno bajo el influjo del frío. Este fenómeno se manifiesta claramente en el Sahara, según las investigaciones de Juan Massart.

«En invierno, dice éste, el ganado encuentra su-

ficiente alimento en el Sahara: las lluvias, por precarias que sean, hacen brotar un poco de yerba aun en los terrenos más rebeldes. Pero cuando el verano vuelve con su calor abrasador, desaparece el débil verdor, y los rebaños tienen que emigrar hacia las montañas y las altas mesetas». En el Sahara y en el desierto de California las plantas son muy efímeras, al menos como plantas vivas, activamente vivas. «No bien la lluvia sobreviene, germinan y florecen; rápidamente maduran sus semillas. Todo debe estar terminado antes que las últimas gotas de agua hayan tenido tiempo de evaporarse. Una vez maduras, las semillas pueden esperar durante años á que la lluvia les permita salir de su soñolencia».

Ciertas plantas retienen las semillas hasta el momento favorable para la siembra, conservándolas en fruto hasta la primera lluvia, aun cuando ésta no ocurra sino después de mucho tiempo, quizá de años. Tal es el caso de la rosa de Jericó, cuyas brácteas permanecen replegadas sobre los akenes mientras dura la sequía. Pero en cuanto llega la lluvia, las brácteas se yerguen, extendiéndose hacia el exterior, dejando los akenes libres para desprenderse, caer á tierra y comenzar enseguida á germinar. La rosa de Jericó guarda su semilla hasta el momento en que puede ésta contar con facilidades para vivir por su propia cuenta y formar una planta. La mano de Fatma—falsa rosa de Jericó—

hace lo mismo. Es la planta que se supone dotada de la propiedad de reverdecer cuando se la mete en agua. Lo que en realidad sucede es lo siguiente: en estado seco, la planta guarda sus semillas en la silícula; regándola, la planta se despliega, las silículas se abren y el agua penetra en ellas; entonces las semillas germinan y hacen aparecer un ligero verdor en las ramas. Verdor efímero, claro está; pero en estado natural estas semillas caen al suelo, formando luego plantas más duraderas.

Las plantas que no presentan adaptaciones anatómicas á los climas secos, son bastante numerosas en el Sahara. En su mayoría son plantas anuales, que cumplen su destino á marchas forzadas, como ya se dijo antes.

Al lado de ellas hay otras, y en gran número, que han resuelto el problema de otra manera. Son las que se han adaptado á la sequedad, bajo el influjo de ésta. En su conjunto, se encuentran los mismos caracteres; lo que no tiene nada de sorprendente, puesto que las modificaciones anatómicas resultan de la acción del mismo medio. La flora del desierto presenta siempre la misma facies, la misma apariencia exterior. Schimper hace notar que en los alrededores de Biskza, la vegetación se presenta en forma de pequeñas matas, redondas, bajas y muy espesas, tan semejantes, que parecen individuos de una misma especie, y única-

mente al examinarlas, se echa de ver que tales matas tienen hojas distintas y flores enteramente diferentes.

Las adaptaciones á la sequedad son numerosas. Hay un carácter muy general: la longitud de las raíces. Se necesitan largas, para ensanchar la zona de captación. Las hay que permanecen horizontales, y corren rastreando 10, 15 y 20 metros de distancia. Estas cuentan con el agua de lluvia, y su poder de absorción se aumenta por su riqueza en pelos radiculares. Pueden, pues, estas plantas recoger casi toda el agua que cae en un radio de 10, 15 y 20 metros. Esto ocurre con el *Drin* del Sahara, una gramínea que recuerda un poco el oyat de nuestras dunas de Picardía y Boulogne, y que desarrolla sus raíces en círculo, á escasa profundidad, formando apretada red y enteramente dispuestas para recoger el producto del más pequeño aguacero, gracias á la persistencia de los numerosos pelos radicales, ordinariamente los órganos más efímeros de las plantas. Otras plantas tienen raíces verticales. Renunciando á lo que puede venir del cielo de tiempo en tiempo, van éstas á buscar el agua en las profundidades, por debajo de la capa vegetal, en la corriente subterránea. Quizá es más seguro, pero se requieren raíces de gran longitud. «Con frecuencia, dice Volkens, he probado de descuajar viejos matorrales de plantas vivaces hasta la extremidad de sus raíces; jamás lo

he conseguido. Todo lo más que he podido hacer ha sido comprobar que la raíz es, á uno ó dos metros de la superficie, menos gruesa que en el cuello. Un pie de *Calligonum comosum*, que levantaba apenas unos centímetros, tenía una raíz tan gruesa como el pulgar, en su origen, y á 1,50 metros de profundidad, tenía aún el espesor del dedo meñique. De esto se puede deducir que la longitud de la parte subterránea era, por lo menos, 20 veces la de la parte aérea. Lo mismo ocurre con muchas otras plantas, en particular las acacias; en los trabajos del canal de Suez se han encontrado en el corte del canal raíces de árboles que brotaban mucho más arriba sobre los montones que bordean las orillas.

Las plantas del desierto no sólo buscan el agua en el suelo, sino también en el aire. Varias poseen glándulas que segregan sales delicuescentes, sales que tienen la propiedad de absorber la humedad de la atmósfera. Acumuladas en la superficie del vegetal, estas sales extraen del aire la mínima porción de agua que éste contiene. Ocurre esto con la *Zeita* de los árabes, algunas veces enterrada en la arena, sin dejar ver fuera del montículo que la rodea más que algunos brotes verdes. Todas las mañanas, si el aire no está en absoluto privado de agua, se ven estos brotes cubiertos de rocío. Los *Tamarix* se cubren también de un polvo gris salino que absorbe la humedad.

Mas no basta con adquirir el precioso líquido, es preciso conservarle. Y no cabe duda que para una planta que ha de vivir en el desierto, es importante conservar el agua. Así, la flora de las regiones secas es rica en reservas acuáticas; acumula este líquido en tallos ó en yemas subterráneas, ó también en el tallo aéreo, como ocurre en el cactus y en las diferentes plantas que, viviendo en análoga zona, adquieren los mismos hábitos. Estas plantas poseen tejidos especiales que las permiten absorber el agua y conservarla. Durante la estación lluviosa absorben hasta saturarse, y protegidas contra la evaporación por distintos medios, conservan la humedad durante la estación seca, pudiendo continuar su vida.

Sin duda, en el estío su tallo se empobrece, pierde rigidez y tersura; pero, en general, han almacenado agua bastante para sostenerse hasta la próxima estación lluviosa, en que podrán rehacer sus provisiones. El depósito puede también hacerse en las hojas, cuando la planta no ha renunciado á ellas, como sucede con las plantas carnosas del Sahara: el *Halocnemon strobilaceum* y la *Suaeda vermiculata*; en las regiones áridas se encuentra la mayoría de las plantas «grasas», plantas cuyas partes aéreas hacen el oficio de depósito de agua.

En las plantas que carecen de hoja como los cactus, los cereus y opuntias, el tallo se colma de

agua, y lo mismo ocurre en las mamillarias y todas sus extrañas congéneres del desierto, altas ó bajas, redondas ó alargadas, muy variadas de forma, pero todas hidrópicas.

En otras plantas la conservación del agua está encomendada á las hojas; véanse las mesembrian-
temeas, las crassulas, algunas euforbias del Karroó en el Cabo; y en nuestras costas del Norte, en Francia, en los acantilados y en las dunas, el loto córneo con hojas gruesas, la col marina, la sal-sola, las *salicornias* y muchas más, presentan también el sistema radicular tan desenvuelto como las plantas del desierto,—el *Eryngium maritimum*, por ejemplo, que profundiza con sus raíces á más de tres metros. Otras juntan á esta particularidad, la de proteger el suelo contra la evaporación, aplicando contra éste su aparato foliáceo.

Otras modificaciones se presentan en las hojas; puede comprobarse, por ejemplo, en nuestras costas del Norte, que ciertas plantas de las dunas conservan sus hojas en invierno. Viviendo en las dunas, es decir, en un suelo seco, apenas si pueden almacenar agua durante el estío, y lo hacen en invierno conservando sus hojas; esta persistencia de los órganos foliáceos les permite continuar su vida. Algunas, poco exigentes en punto á calor, como los líquenes y los musgos, vegetan, sobre todo en invierno; en verano, desecados y encogidos, parecen muertos, pasando la estación en estado

de vida latente. Otras hacen como las plantas del desierto de que acabamos de hablar; es decir, que vegetan y se multiplican durante las últimas lluvias de invierno. Casi todas, por lo demás, están provistas de medios especiales, ó especialmente desenvueltos, para absorber el agua. Su sistema radicular es abundante. Todas las plantas de los arenales tienen raíces muy numerosas y muy largas, que van penetrando el suelo en todos sentidos para recoger el agua, bien cerca de la superficie, para absorber la que proporcionan las lluvias, ó en lo profundo, para ir en busca de la que se halla fuera de la acción desecante de la atmósfera y del viento.

No se contentan las plantas con buscar el agua por todas partes en donde pueda encontrarse, en la superficie del suelo, en su profundidad ó también en el aire; no les basta almacenarla con avidez, sea en las hojas ó en los tallos, sea en órganos ocultos; sino que también presentan en las regiones áridas, sin excepción, un mismo carácter, á saber: el estar provistas de distintos medios apropiados para reducir la traspiración, es decir, para conservar el agua trabajosamente conquistada y almacenada.

Todo vegetal transpira, y transpira tanto más cuanto menos difiera el jugo de la planta del agua pura. Hay, pues, ventaja para las plantas en poseer jugos espesos, jugos que tengan substan-

cias en disolución. La evaporación se facilita también con las dimensiones de la planta: cuanto mayor sea su superficie, mayor es la evaporación, sobre todo cuando el aire exterior está seco y la temperatura es elevada. Nada puede la planta sobre el aire y la temperatura; pero los otros factores pueden variar; la planta puede tener una superficie muy reducida y jugos con débil tensión de vapor.

Aún intervienen otros elementos. La traspiración se verifica por los estomas, y éstos se abren con más amplitud al sol que á la sombra; también tiene lugar por la epidermis. Así, pudiera decirse que, en muchos respectos, la hoja es el enemigo de las plantas del desierto, por ser el asiento predilecto de los estomas y por presentar una superficie relativamente extensa. Por consiguiente, en esas plantas hay una notable reducción del aparato foliáceo. Sin duda, esta reducción tiene un inconveniente: aminora la nutrición é impide á la planta alcanzar grandes dimensiones, quedando achaparrada. Pero ¡qué importa! El individuo padece, es verdad; pero se salva la especie, que es lo esencial.

En la mayor parte de las plantas de las regiones áridas, las hojas son pequeñas. «Desde que abandonamos á Biskva, dice Juan Massant, no hemos visto en el desierto ni una sola planta que tuviera las hojas del tamaño de un duro». Además, su número disminuye, y esta reducción se observa en

plantas de las familias más diversas; es un hecho, no de organización de la familia, sino de reacción contra la influencia del medio.

A veces ésta va aún más lejos: llega á la supresión completa de las hojas, que es lo que tiene lugar en los *Ephedra*, los *Cereus*, los *Ceanotia* y los *Echinocactus*. Siendo las hojas los órganos principales de evaporación, será ésta tanto más reducida cuanto las hojas sean menos numerosas. Y quedará reducida casi á cero en las especies que, como las precedentes, están privadas de hojas. Otras, como las *Opuntias*, tienen la hoja escasa, pequeña y de poquísima duración; las ramas, provistas de clorofila, hacen el oficio de hojas.

En Francia, en las dunas, existen, por lo menos, dos géneros que se protegen contra la desecación por la supresión de hojas: las *Salicornias* y los *Ulex*; en el desierto estas plantas afines forman una legión; y algunas hay que—como la *Ephedra alata*, por ejemplo—cierran en verano sus escasos estomas con un tapón resinoso, reduciendo aún más la posibilidad de la traspiración.

Pero aún hay más. Sabemos que en las especies que han conservado sus hojas, los estomas traspiran más abundantemente bajo la acción de la luz del sol. Así, pues, puede considerarse como una adaptación ventajosa y evidente la circunstancia de que ciertas especies arrollen sus hojas sobre sí mismas. La *Aristida* arrolla sus hojas sobre el

envés rico en estomas, quedando éstos en el interior del tubo formado, protegidos contra el aire seco y contra los rayos del sol. En las dunas francesas se presenta el mismo fenómeno en diferentes gramíneas; en la *Glyceria* las dos mitades del limbo se arrollan una contra otra con idéntico resultado.

Muchas de las plantas crasas de los desiertos americanos están provistas de un revestimiento sedoso, de una especie de cabellera ó de barba, que es también un medio de protección. Estos pelos conservan alrededor de la planta una atmósfera húmeda y tranquila. Muchas plantas de las dunas son bellosas; especies que crecen desnudas á 20 kilómetros de la costa, se revisten de un fieltro de pelos á la orilla del mar. El mismo medio de protección es frecuente en las plantas del desierto; muchas de éstas son vellosas, canecentes y sedosas. ¿Pueden estos pelos absorber la humedad del aire? Quizá; pero en todo caso, crean una atmósfera tranquila, lentamente renovada, que es favorable á la reducción de la evaporación. En ciertos casos, la adaptación es señaladamente precisa; en algunas especies no crecen los pelos más que alrededor de los estomas; se agrupan sobre ellos para protegerlos y para detener su funcionamiento.

Ya he indicado más arriba la ventaja que reporta á la planta el poseer jugos espesos, que presenten débil tensión de vapor y, por tanto, menor tendencia á la evaporación. En muchas plantas de

las regiones áridas, el jugo celular es tan excesivamente salino que, á veces, el ganado la rehusa como forraje. La *Anabasis articulata*, forzada á desembarazarse del exceso de sales de su jugo celular, abandona el extremo de sus ramas invadidas por una superabundancia de materias minerales. Atacada de gota, se aplica, á sí propia, un tratamiento de que no dispone el hombre.

Sabemos también que la piel fina y ligera es favorable á la evaporación: por esta razón las plantas del desierto están provistas de una cutícula verdaderamente paquidérmica. La cutícula se convierte en un caparazón grueso que oculta la coloración verde de la clorofila, y de aquí proviene el tinte grisáceo del conjunto de la flora, que en nada atenúa el revestimiento de cera—una barrera más contra la evaporación—que algunas plantas tienen sobre las hojas. Este tinte ofrece una parte de la flora de las dunas; también en ésta observamos el engruesamiento de la epidermis, que además es poco permeable al agua: véase el *Eryngium*, el Loto, la rosa de arena, etc.

En suma, en las plantas abandonadas en regiones pobres en agua, existen una multitud de adaptaciones al medio, gracias á las cuales se encuentran actualmente en condiciones de apropiársela y de conservar la mayor cantidad posible de aquel líquido. Ningún testimonio mejor para demostrar la necesidad del agua para el ser vivo.

Podrían citarse otros hechos: en particular, los que se refieren á la anhidrobiosis, ó sea la detención de los fenómenos vitales producida por la desecación. Ya en las plantas del desierto, obligadas á vivir con un minimum de agua, y-forzadas, en cierto modo, á salvarla para asegurar su conservación, se comprueba una atenuación de la vitalidad, que se traduce por la atrofia de las formas, por la reducción de las dimensiones. Mas en ciertos organismos las cosas van más lejos: la resistencia á la desecación es menor, y la deshidratación puede ser completa. Pero no mueren. Entran en un estado de vida latente; cesando de ser vivos caen en el rango de *vita capaces*. Ya hablaremos de los fenómenos de la anhidrobiosis más lejos (cap. X). Basta indicarla aquí como un argumento más en apoyo de la necesidad del agua para la vida. No es indispensable este argumento, pero tiene su interés.

CAPÍTULO VI

EL PROBLEMA DEL NITRÓGENO

La composición química de la materia viva.—Elemento característico de la materia viva, por oposición á las materias organizadas.—Donde no hay nitrógeno no existe albuminoide vivo.—¿De dónde viene el nitrógeno necesario á los organismos?—Fuentes de nitrógeno de que disponen los vegetales.—Los nitratos, el salitre.—Las sales amoniacales.—¿Puede la planta tomar el nitrógeno en la atmósfera?—El problema del bosque y de la pradera de montaña.—Primeras investigaciones de Boussingault y Georges Ville.—Las experiencias de Berthelot.—Bacterias del suelo; su influencia en la proporción del nitrógeno del suelo; fijación del nitrógeno atmosférico.—Observaciones de Hellriegel y Wilfarth; bacterias fijadoras del nitrógeno asociadas á las Leguminosas.—Las bacterias del suelo enriquecen á éste en nitrógeno.—Modo de existencia de estas bacterias.—Cómo el estiércol es útil á la tierra.—Liebig y Boussingault.—Necesidad de materias orgánicas para mantener la vida de las bacterias del suelo.—La vida alimentada por la muerte.—Solidaridad de las bacterias y de las plantas.—El nitrógeno no puede faltar mientras la vida siga ofreciendo cadáveres á las bacterias fijadoras del nitrógeno.

Entre los elementos químicos que forman los seres vivos, hay cuatro que tienen la mayor importancia. Son éstos: el hidrógeno, el carbono, el oxígeno y el nitrógeno; tres gases y un sólido. Los cuatro se encuentran en abundancia en el cuerpo vivo; los cuatro contribuyen á formar la materia viva.

No hay para qué insistir sobre dos de ellos. La química nos muestra al oxígeno como elemento constante de los tejidos y de los productos de la asimilación; y la fisiología nos hace ver la importancia capital de este gas en los fenómenos respiratorios. Esta es ya una noción clásica. Tampoco hay para qué detenerse sobre el papel del hidrógeno. Pero no pasa lo mismo en lo que al nitrógeno y carbono concierne, y tiene cierto interés el detenerse sobre el problema que nos ofrecen estos dos elementos (1).

El carbono, con el oxígeno y el hidrógeno, forma dos grupos de cuerpos orgánicos de la mayor importancia: la serie de los hidratos de carbono, es decir, de los azúcares, de las féculas, etc., y la serie de los cuerpos grasos. Estos dos grupos, que resultan de la actividad vital, fabricados por la vida, son también esenciales á la vida. Todo el reino animal se alimenta directa ó indirectamente de las materias feculentas, azucaradas ó grasas, que han sido elaboradas por las plantas á espensas del reino inorgánico.

De otra parte, existe una serie de cuerpos que se componen esencialmente de los elementos dichos—carbono, hidrógeno y oxígeno,—un cuarto

(1) El carbono entra en la constitución de *todas* las materias orgánicas, ya sean vivas ó inanimadas. También esta es una *noción clásica*. (N. del T.)

elemento, que es el nitrógeno. El más perfecto de estos cuerpos, el que domina á todos sus iguales por sus aptitudes é importancia, es la substancia viva. Porque aun cuando en el organismo existen compuestos que son característicos de la vida y que resultan de su actividad—como los cuerpos grasos, las féculas y los azúcares—solamente reside la vida en cierto número de los nitrogenados tan semejantes entre sí, que se comprenden bajo una denominación común: protoplasma. Únicamente éstos pueden dar origen á los demás; el elemento vivo es invariablemente un albuminoide, un compuesto cuaternario: un compuesto de oxígeno, de hidrógeno, de carbono y de nitrógeno. Ó dicho de otro modo: donde no hay nitrógeno, no hay vida; y no deja de tener cierta ironía esta conclusión cuando se considera la etimología de la palabra *ázoë*, nombre primitivo del nitrógeno; cuando se advierte que su carácter esencial, por definición, sería el no tener nada de común con la vida.

Donde no hay nitrógeno, no hay materias vivas; existe, pues, un «problema del nitrógeno» para el porvenir. Pero ¿se plantea éste realmente? ¿Podemos tener alguna inquietud en este respecto? ¿No está el nitrógeno á disposición de los cuerpos vivos, con tanta abundancia como pueden estarlo otras sustancias, como la cal, el fósforo y la magnesia? Las cuatro quintas partes de la atmósfera—para no ir más lejos—están constituídas por el nitrógeno;

el manantial de nitrógeno es, pues, inagotable; nunca podrá cesar la vida por falta de este elemento. Veamos de qué manera la materia viva se provee.

El hombre y los animales le adquieren en el mundo vegetal. Lo que necesitamos conocer, por consiguiente, es el procedimiento por el cual la planta extrae el nitrógeno del medio ambiente. Este procedimiento es conocido desde hace muy poco tiempo.

Los manantiales de nitrógeno son muy variados: la planta puede llamar á muchas puertas. Existen, por ejemplo, los nitratos,—el potásico ó salitre que se forma en las paredes viejas y en terrenos ricos en materias orgánicas, también el sódico, que ha formado los depósitos, casi agotados, de la América del Sur.—Estos nitratos constituyen un excelente abono para las plantas; esto ya no se discute. Es un hecho conocido desde hace mucho tiempo; los antiguos no lo ignoraban, al aconsejar que se regaran las plantas con agua adicionada de nitro (según Bacon, *Sylv. Cent.*); también Glauber ha utilizado las virtudes de este cuerpo; Henshaw, dice que «si la superficie de la tierra no estuviera impregnada de esta sal, no podría producir planta alguna»; Stubber, observaba en 1668 que, en un terreno nitroso, las plantas fructifican un mes antes que sus congéneres lo hacen en el suelo ordinario; Etienne de Clave afirma que, «sin este nitro, ni

puede existir vegetación alguna en la superficie de la tierra, ni en sus más profundas entrañas». Denis también dice «que esta sal constituye el principal alimento de las plantas». Y muchos más análogamente (véase las *Curiositez de la Nature*, etc., del abate de Vallemont, 1701, cap. VIII, página 335). Sin duda, no conocían de qué manera el nitrógeno, ó el nitro, son útiles á la vegetación; el análisis químico, utilizado después por Boussingault, no les había revelado todavía la composición de las plantas; ni la agronomía, sus exigencias alimenticias. Pero el hecho quedó determinado.

La utilidad de los nitratos ha sido demostrada científicamente, hace poco, por Boussingault y Georges Ville, haciendo ver de la manera más clara el «hambre de nitrógeno» del vegetal.

Existen también las sales amoniacaes del suelo y el amoniaco del aire, que podría muy bien ser absorbido por la tierra cultivada y tomar en ella una forma que le hiciera asimilable. Las plantas utilizan las sales amoniacaes del mismo modo que utilizan los nitratos. Pero no es posible limitarse solamente á esta afirmación, que no basta por sí sola, á esclarecer el asunto.

Dos hechos observados hace mucho tiempo demuestran, en efecto, que no se pueden considerar los compuestos nitrogenados del suelo como la única fuente del nitrógeno vegetal. El suelo contiene nitratos; pero los contiene en pequeña cantidad, y

la provisión va disminuyendo rápidamente á medida que se consideran capas más profundas cada vez. Por otra parte, consideremos un bosque explotado regularmente. Cada año, ó bien á intervalos más espaciados—esto depende del modo de explotación—se corta una parte de los árboles, que se venden y son trasportados. Se hace, por consiguiente, una exportación considerable de nitrógeno. Todo el que la madera ha tomado del suelo, no vuelve, pues, á la tierra. A ésta no se le suministran nitratos ni abonos naturales. Pues bien, á pesar de la exportación constante de nitrógeno, que data de hace siglos; á pesar de que no se repone el nitrógeno, también desde hace siglos, vemos que el suelo del bosque conserva su fertilidad. En lugar de los árboles cortados se alzan poco á poco otros que atestiguan la fertilidad de la tierra, proclamando de este modo la permanencia del origen del nitrógeno.

Consideremos también las praderas alpestres. El suelo pierde nitrógeno sin cesar. Los rebaños consumen la yerba mientras dura la estación; y si bien restituyen algún nitrógeno al suelo, en forma de excrementos, es evidente, que exportan más del que dejan cuando en otoño descienden á la llanura, llevando más músculo y también más lana; sin contar todo el que se ha exportado durante el verano en forma de leche y queso, y que no vuelve á la pradera. También en este caso hay una ex-

pertación considerable de nitrógeno; faltan también aquí los abonos; siempre se está extrayendo y nunca se repone nada, y, no obstante, á través de los siglos, el pasto de los Alpes conserva su fertilidad y prodiga su nitrógeno. Y hay algo más: la tierra de los pastos alpestres, según Truchot, encierra hasta 5, 7 y 9 gramos de nitrógeno combinado por kilogramo, proporción que no se encuentra nunca en las tierras labradas, más copiosamente abonadas.

¿Qué significa esto? ¿En dónde toma la tierra el nitrógeno que tan generosamente abandona? ¿Y cómo se explica que la cantidad de nitrógeno contenido en una recolección cualquiera, producida por un suelo que ha sido abonado, sea superior á la cantidad introducida por el abono empleado?

No diré que se haya investigado largo tiempo este problema, porque en realidad no se presentía siquiera y ha sido resuelto casi al mismo tiempo que se ha presentado. Hoy se sabe que la tierra se enriquece en nitrógeno á expensas de la atmósfera. Esta contiene, como todo el mundo sabe, 80 por 100 de este gas, y al nitrógeno atmosférico el suelo acude sin cesar. El elemento menos vivificante de la atmósfera, el menos apto para mantener la vida, desempeña un principal papel en la formación de la substancia viva. Veamos ahora cómo esta concepción ha surgido, y por qué mecanismo se verifica la asimilación.

Las experiencias de Boussingault, realizadas hacia 1837, demuestran que el nitrógeno del aire no interviene para nada en la vegetación: el problema fué planteado y resuelto negativamente, al mismo tiempo. Pero esta respuesta no satisfizo á Georges Ville, que reanudó en 1850 las experiencias de su antecesor, obteniendo resultados diferentes. Mostró, en efecto, que si bien la conclusión de Boussingault es exacta cuando las plantas crecen en suelo estéril, no lo es cuando se trata de un suelo previamente abonado. En este último caso, dice, la planta da más nitrógeno que el que recibe; por consiguiente, tiene que tomarlo del aire. Esta conclusión no fué admitida; Georges Ville no pudo explicar el fenómeno. Treinta años más tarde, Berthelot puso en claro este punto importante.

Analizando la proporción de nitrógeno que contenía la arena amarilla de Meudon, el ilustre químico comprobó que los análisis sucesivos—practicados á intervalos de un mes ó dos—acusaban un aumento creciente en esta proporción, especialmente en la arena ó la tierra expuesta al aire, sin preparación anterior. Por el contrario, no se notaba aumento cuando, después del primer análisis, se sometía la tierra ó la arena á la acción del calor (á más de 100°), seco ó húmedo. Berthelot explicaba este hecho suponiendo que los gérmenes vivos del suelo, apoderándose del nitrógeno del aire, aumentaban la proporción de este gas en las tierras

analizadas. Es evidente que una vez destruídos por el calor, dicha proporción no podía variar. Esta explicación pareció dudosa en un principio; pero pronto nuevas experiencias demostraron su exactitud. Georges Ville la había presentado; pero en la época en que hizo sus investigaciones no se conocía la importancia de los infinitamente pequeños ni se contaba con los recursos de la bacteriología, que aún no había nacido. Las investigaciones más recientes han mostrado, en efecto, que los organismos inferiores que encierra el suelo son los agentes que operan la fijación del nitrógeno. Existen varios de estos organismos: entre ellos se puede citar una bacteria, el *Clostridium pasteurianum*, descubierta por Winogradsky. Es una bacteria anaerobia, que, en estado natural, vive en symbiosis ó con dos formas: y esta bacteria, por sí misma ó bien con el concurso de otras, extrae directamente el nitrógeno del aire contenido en el suelo. Solamente puede vivir en presencia del nitrógeno. Otros organismos del mismo orden, que como el *Clostridium*, son abundantes en el suelo, pueden, sin duda, ejecutar el mismo trabajo, y fabricar los nitratos de que se apoderan las plantas.

Tal es el mecanismo por el cual el bosque y la pradera, á pesar de la continua exportación de nitrógeno, conservan su fertilidad. Gracias á las bacterias del suelo, que destruyen la materia orgánica muerta, se elaboran los nitratos que permiten au-

mentar la fabricación de materia viva. Mediante la capacidad que estas bacterias poseen de fijar el nitrógeno del aire, queda asegurada la incesante provisión de aquel gas que los vegetales necesitan para su multiplicación y crecimiento. Mientras existan estas bacterias, los vegetales no corren, pues, el riesgo de carecer de nitrógeno.

Notemos ahora un hecho curioso, que confirma y completa el precedente. Existen ciertas plantas que gozan de la facultad de asimilar el nitrógeno atmosférico. Son éstas las leguminosas. Mientras que los cereales, por ejemplo, tienen necesidad de encontrar el nitrógeno en el suelo bajo la forma de nitratos ó de sales amoniacales, las leguminosas no requieren estos compuestos. Y, sin embargo, contienen nitrógeno; los agrónomos han averiguado que no solamente no necesitan abonos nitrogenados, sino que la cosecha contiene más nitrógeno de lo que el suelo ha podido cederla; por esta razón, dichas plantas se llaman fertilizantes. Suministran al suelo una parte del nitrógeno que han recogido del aire. Sembradas las semillas en un terreno absolutamente desprovisto de nitrógeno, se observa que las plantas resultantes contienen mucho más nitrógeno que las semillas que las dieron origen; pero esto se verifica únicamente á condición de que las raíces presenten ciertas nudosidades que encierran determinadas bacterias. Si estas bacterias faltan, la planta se forma enfermiza y pobre en

nitrógeno; si se inocula el suelo regándole con agua que contenga las bacterias, la planta prospera y produce hasta cien veces la cantidad de nitrógeno que contenía la semilla. Parece probado que para diferentes especies de leguminosas, la bacteria activa es distinta; la que conviene, por ejemplo, á la acacia, no conviene al guisante, y recíprocamente, por más que convenga á la judía. ¿Puede afirmarse, en vista de esto, que cada especie de leguminosas posea su bacteria especial? Sin duda. Nobbe, sin embargo, no es de esta opinión; según este observador, existe una sola especie, el *Bacterium radicola*, la cual ha producido por adaptación una serie de razas ó de variedades; si un individuo se desenvuelve en las nudosidades de tal planta, sus descendientes no son aptos para desenvolverse y prosperar más que en las plantas de la misma especie; si esto fuera exacto, explicaría muchos hechos curiosos relativos á la agricultura, sobre los cuales no podemos detenernos aquí.

La cantidad de nitrógeno que las leguminosas pueden tomar del aire, gracias á la actividad de las bacterias que se encuentran en sus raíces, es considerable: puede llegar á 100 y 150 kilogramos por hectárea. De esto resulta que el cultivo de las leguminosas para abono es una práctica excelente para los suelos pobres en nitrógeno. Y también que si ciertas tierras no son convenientes para determinadas leguminosas, consiste sencilla-

mente en que el suelo es estéril por faltarle la bacteria especial necesaria, y en este caso, la inoculación de ésta es el remedio indicado. No es preciso inocular un cultivo; bastará con esparcir un poco de la tierra en que hayan vivido leguminosas de la misma especie.

También en este caso los infinitamente pequeños preparan nitratos, á expensas del aire, para las plantas superiores. La única diferencia consiste en que los organismos que obran para las leguminosas están especializados; solamente son eficaces para estas plantas, y sin duda también hay en este hecho una asociación; á cambio de los servicios que la bacteria presta á la planta, ésta le presta otros á su microscópico colaborador. Mas esto es de interés secundario; lo que resulta evidente, en términos generales, es que ni vegetales ni animales se verán privados del nitrógeno, elemento indispensable para la constitución de la materia viva, puesto que hay formas inferiores que tienen la propiedad de extraer este gas de la atmósfera, que tiene tanto, y de fabricar los nitratos necesarios á la planta.

En resumen: vemos que las plantas y, por consiguiente, los animales, que no pueden existir sin nitrógeno, no dependen, en cuanto á este elemento indispensable, de los compuestos nitrogenados que puede suministrarles la química inorgánica. Los fermentos nítricos del suelo, las bacterias y otros

organismos, conocidos ó desconocidos, que, viviendo en el suelo, tienen el poder de apoderarse del nitrógeno del aire, y de fabricar nitratos, son los microscópicos, oscuros colaboradores que suministran el precioso gas que las plantas absorben y organizan en materia viva. Estas bacterias son, pues, una de las bases fundamentales del edificio de la vida.

Pero entonces, si lo dicho antes es exacto, ¿para qué la práctica inmemorial de los agricultores, que cada año se gastan su dinero en comprar abonos, y sobre todo, abonos orgánicos? ¿No hacen las bacterias el mismo oficio?

Y en este punto iniciamos de nuevo la célebre discusión que sostuvieron Boussingault y Liebig, en una época en que ni remotamente se tenía idea de la existencia de las bacterias del suelo, si bien ya se sabía que el nitrógeno entra en la composición de la materia viva. Boussingault consideraba á los abonos útiles en razón del nitrógeno que contienen. Liebig, solamente por las sales minerales que encierran. ¿Cómo es posible, decía á Boussingault, que los 250 kilogramos de ázoe contenidos en 50 toneladas de abono valgan para algo? La misma tierra en que se extienda este abono contiene ya de seis á siete mil kilos de nitrógeno en forma de nitratos. No es, pues, el nitrógeno del abono el elemento útil; son más bien las sales minerales.

A esto podía replicarse que las sales minerales

están, generalmente, en el suelo, en cantidad muy suficiente; pero Boussingault no quería salirse de la cuestión y defendió su idea con encarnizamiento.

«Si se hubiera de creer á M. Liebig, decía en una de sus lecciones en el conservatorio de Artes y Oficios, si únicamente las partes minerales de los abonos son útiles, hay que reconocer que nosotros, los agricultores, somos muy torpes. Hace centenares de años que estamos gastando tiempo y dinero en trasportar trabajosamente el estiércol á los campos. Mejor será que quememos los abonos, y obtendremos una pequeña cantidad de cenizas, que en una carretilla podremos fácilmente trasportar». Boussingault hizo la experiencia y dió deplorables resultados. Deplorables para las plantas, y también para la doctrina de Liebig. Sin embargo, Boussingault no tenía razón. La explicación que dió de la utilidad del abono era incompleta é inexacta. Hoy sabemos por qué; he aquí la razón y, al mismo tiempo, la respuesta á la objeción hecha más arriba.

Las bacterias del suelo, capaces de fijar el nitrógeno del aire y de fabricar compuestos nitrogenados utilizables por las plantas, no son capaces de extraer de la materia inorgánica todos los elementos que necesitan para su desarrollo. Son, en realidad, organismos parasitarios, que no pueden vivir sino en un medio que contenga restos orgá-

nicos. Su función es doble. No cabe duda que elaboran compuestos nitrogenados á expensas del aire contenido en el suelo; pero esta elaboración no es posible, á no ser que las circunstancias les procuren ciertos alimentos que les son indispensables y que no encuentran sino en la materia organizada. «Al mismo tiempo que los microbios fijan el nitrógeno, dice Berthelot, es preciso que encuentren en el medio en que viven materias propias para su alimentación. . . La nutrición de estos seres no parece que pueda sostenerse por el carbono y el hidrógeno, resultantes de la descomposición del ácido carbónico y del agua atmosféricos; es, desde luego, correlativa de la destrucción de ciertos principios hidrocarbonados, tales como el azúcar ó el ácido tártrico, que desempeñan, en cierto modo, el papel de alimentos para las bacterias y microorganismos».

Dicho de otro modo: las bacterias, para vivir y para proporcionar á las plantas, por su actividad vital, alimentos tales como el ácido carbónico, amoníaco y nitratos, necesitan que éstas les proporcionen, primero, materia orgánica muerta. Existe en esto una solidaridad poderosa entre los fijadores de nitrógeno—que son las bacterias—y los fijadores de carbono—que son las plantas.—Las plantas fijan el carbono; luego mueren, y su cadáver es utilizado por las bacterias. Estas impiden que la naturaleza se vea agobiada por los restos de los muertos

y, devorándolos, extraen y fabrican alimentos para los vivos. De la muerte sale la vida, y la vida prepara los alimentos de los destructores de los organismos muertos. Desde este instante todo se aclara. La importancia de la tierra vegetal se explica del modo más sencillo: la tierra vegetal, el humus, rica en restos orgánicos—hojas, raíces, tallos en descomposición—es rica en materias carburadas, necesarias para la alimentación y para la vida de las bacterias nitrificantes; en esta tierra, estos microorganismos fabricarán, sin esfuerzo, compuestos nitrogenados á expensas del aire, y la vegetación será rápida y fuerte.

La función del abono se determina también con claridad. Su utilidad no reside en el nitrógeno que contiene, ni en las sales minerales que en él se encuentran, sino en las materias orgánicas carburadas. El abono es útil, no enriqueciendo el suelo en nitrógeno, como pretendía Boussingault (si bien tiene en este respecto alguna utilidad), ni mucho menos suministrando sales minerales, como suponía Liebig, sino introduciendo materias carburadas, es decir, alimentos para las bacterias del suelo.

De esta suerte, nos aparece la muerte como una condición de la vida. Cuantos más cadáveres, más vivos podrán existir. Es esto tan evidente, como que la provisión para la vida ha ido aumentando en el globo. La provisión de nitrógeno ha ido

sin cesar aumentando, gracias á los infinitamente pequeños; era insignificante en su principio, y se ha enriquecido mucho. ¿Aumentará todavía más? Esta cuestión se discutirá en el próximo capítulo. Lo que es preciso afirmar es que el nitrógeno, elemento esencial á la materia viva, y característica de ésta, no puede faltar. La atmósfera encierra una cantidad tal de nitrógeno, que no concluirá la vida por falta de este gas, en tanto que las bacterias del suelo puedan desempeñar su función. La vida continuará mientras el bosque abandone al suelo sus hojas y sus ramas muertas, suministrando alimento á las bacterias, que fabrican los nitratos necesarios á los árboles; mientras la pradera que se agosta en el otoño, dé á las bacterias los cadáveres que necesitan estos séres para preparar los alimentos necesarios á las plantas jóvenes y á las semillas.

Para sostener la vida, en su conjunto, es preciso—entre otras condiciones—que la muerte dé á las bacterias del suelo los elementos orgánicos necesarios á su vida y á su bienhechora actividad. Se necesita dar á los campos materia que haya vivido, materia orgánica; es preciso enterrar en ellos abonos, restos vegetales, cuerpos de animales, plantas fertilizantes, abonos verdes. Es preciso entregar á la tierra todo lo que de ella proceda directa ó indirectamente; es preciso evitar el derroche de la materia orgánica.

La vida continuará mientras la muerte la sostenga; la una es condición de la otra; están ligadas; son hermanas; son, en realidad, dos fases de un mismo fenómeno.

CAPÍTULO VII

UN VENENO INDISPENSABLE

La gruta del Perro en Pozzuoli —Su atmósfera tóxica.—En los Estados Unidos: el *Death-Gulch* del Yellowstone Parck.—Lo que allí se encuentra.—Cómo fué descubierto.—Un cementerio de animales.—Relato de un viaje.—A qué es debida la acción deletérea de los valles mortíferos.—Los desastres producidos por el ácido carbónico.—Opinión de los fisiólogos sobre esta substancia.—La paradoja del ácido carbónico.—Importancia de este gas en la vida de los organismos.—Es indispensable a los seres vivos como origen de carbono.—Asimilación del carbono por las plantas.—Cómo el ácido carbónico influye en la temperatura del globo.—Lo que sucedería si aumentase ó disminuyera.—Cómo las variaciones del ácido carbónico podrían explicar los períodos glaciares.

Todo el mundo sabe que en la gruta del Perro, cerca de Nápoles, los animales de poca talla perecen rápidamente. En excavaciones naturales ó artificiales en la misma región y en otras distintas, se reproduce el fenómeno. Y hasta hay un valle en los Estados Unidos que goza del triste privilegio de causar la muerte.

Este valle, que ha recibido el nombre de *Death-Gulch*—barranco de la muerte—se encuentra en el famoso Yellowstone Park, en ese territorio extenso que el gobierno americano ha proclamado ta-

bou, con el fin de alejar á los cazadores y proporcionar á los animales salvajes un asilo contra los ataques del hombre, donde puedan vivir en paz y multiplicarse. Es un terreno acotado; el *Death-Gulch* se encuentra en la parte oriental, en una región muy montañosa y escarpada, en donde los ríos corren encajonados entre paredes de 800 á 1.000 metros de altura.

Siguiendo la pista habitual de los *wapitis*—*Cervus canadensis* de Erxleben, una especie que está desapareciendo, y que en los Estados Unidos se la llama, sin razón, Elán—es como se descubrió este funesto barranco. Siguiéndola, se llega primero á un claro enmedio de una espesa plantación de pinos. En el centro de este espacio libre se presenta una depresión desnuda, estéril, blanca, cubierta de sal. La presencia de esta substancia explica la de los *wapitis* en estos parajes. Los herbívoros no encuentran bastante sal en sus alimentos; la buscan en la naturaleza y, cuando la han encontrado, lamen los bloques salinos con verdadera fruición.

Esta pequeña salina es lo que queda de una antigua fuente termal salada, y es muy conocida de los rebaños que apacentan en los alrededores.

El aire en este paraje ofrece un olor fuerte; contiene vapores sulfurosos; un poco más lejos, se encuentra un yacimiento de azufre. Allí es donde está el barranco, de 15 metros de profundidad á lo

sumo, con paredes muy escarpadas, formadas de una roca friable y suelta, de naturaleza gredosa. En el fondo corre un arroyuelo de agua fría, ácida, astringente como una solución de alumbre.

Los primeros visitantes trataron, como es natural, de explorar este barranco, y así lo hicieron, á pesar de las dificultades que para la marcha ofrecía el terreno derrumbado y lleno de escombros.

Les interesó, desde luego, una sustancia blanca como crema, que tapizaba el fondo del arroyo. Pero comenzaron á experimentar una sensación extraña; varias veces tuvieron que detenerse, casi asfixiados por los vapores sulfurosos; pero algunas ráfagas fuertes de viento disiparon esta impresión, permitiéndoles continuar su camino.

Marchaban, pues, inclinados, encorbándose cada vez más para observar mejor el singular depósito mineral que abandonaba el agua en el fondo y las paredes del arroyo, cuando de pronto, levantando la cabeza, uno de los exploradores vió á algunos metros de distancia un enorme oso gris. Estando preparados solamente para los trabajos de geología, y no para la caza, se detuvieron y escalaron precipitadamente el talud. Observando de nuevo al animal para ver lo que hacía ó lo que intentaba hacer, notaron que no se había movido, y ya, á distancia, les pareció menos terrible. Sobre su enorme cabeza, acóstada en el suelo, caían los rayos del sol. Pronto comenzaron á sospechar que quizá el

oso estuviera dormido ó muerto; y para asegurarse, lanzaron un grito á fin de que la fiera despertara. No se despertó. Ya no cabía duda: el oso estaba muerto.

Todos fueron bajando á buen paso por el talud, acercándose al gigante muerto. Era un hermoso *grizzly* (el *Ursus horribilis*, un oso parecido al oso gris de Europa, *Ursus arctos*, pero mayor que éste), con las uñas largas y fuertes, dientes acerosos, «gordo como un tocino y vestido con tupida piel, que se hubiera vendido á precio muy subido en alguna peletería de New-York; parecía dispuesto á entrar en su largo sueño de invierno». Dieron vuelta al cadáver, y no apareció rastro de herida ni de balazo; ninguna señal de muerte violenta. Sin duda hacía poco que había muerto, puesto que las moscas, las amigas de los cadáveres, no habían aún aparecido.

¿Cómo había muerto? Algunas gotas de sangre que fluían de la nariz, negra y reluciente, eran solamente una indicación dudosa.

Mirando á un lado y á otro sorprendidos, como generalmente se hace cuando se busca inútilmente una respuesta ó una solución, advirtieron la presencia de otro oso, tendido cerca del primero. Estaba menos fresco, casi en completa descomposición. Y al lado de éste se fueron descubriendo restos de piel con huesos esparcidos; en junto cinco

esqueletos de osos con las costillas y espaldares de un wapiti.

— No siendo Parsis ni los osos ni los ciervos, y siendo desconocido por los animales el uso de las torres de silencio—la torre, en este caso, consistía en un barranco—los exploradores experimentaron viva sorpresa al contemplar los restos allí acumulados.

Y experimentaron otra cosa además. Sentíanse cada vez más débiles; la cabeza les daba vueltas; iban á caer desfallecidos. Comprendieron de pronto el peligro en que se encontraban y la causa de estas sensaciones extrañas. Sin pararse á filosofar sobre la muerte de los osos, haciendo un esfuerzo, treparon por el talud hasta llegar á lo alto, en donde el aire puro les fué reanimando poco á poco.

Repuestos de los efectos del ácido carbónico—pues éste era el gas culpable que, en virtud de su peso, ocupaba el fondo del barranco—practicaron algunas observaciones. Notaron que en el fondo se apagaba inmediatamente un papel encendido—prueba del carácter irrespirable del aire;—y también descubrieron que los osos no eran las únicas víctimas de las emanaciones deletéreas; veíanse aquí y allá esqueletos de pájaros, de liebres, de ardillas, de zorros, de conejos, de puerco espines, hasta de moscas y mariposas, que habían perecido de la misma manera que los osos: asfixiados por

haberse internado en el barranco sin sospechar el peligro.

Si los viajeros hubieran ignorado los efectos del gas carbónico, habrían perecido, sin duda, como los animales cuyos restos examinaban. Este caso ha ocurrido con frecuencia en Java, donde ya hoy las gentes conocen bien los peligros del valle del Veneno, y huyen de este siniestro paraje.

Si buscásemos con cuidado, quizá en Francia encontraríamos—por ejemplo, en la Auvernia—valles ó barrancos de este género, pues también en esta región existen fuentes de ácido carbónico.

La enseñanza que proporcionan los valles de la muerte es terminante, á saber: que el ácido carbónico es un gas irrespirable, un gas incapaz de sostener la vida. Además, el ácido carbónico es una de las sustancias de desasimilación resultante de la actividad de los tejidos, que el organismo á toda prisa expulsa. Sobre este punto la fisiología es muy categórica; el médico y el higienista insisten sobre la necesidad de renovar la atmósfera en nuestras habitaciones para desalojar el ácido carbónico.

Funesto para los animales y para las plantas, desprendido inmediatamente que se forma en el seno de los tejidos, este ácido es un agente mortífero, un gas maléfico entre todos. A lo sumo, podría concederle una misión bienhechora en el momento de la muerte de los seres superiores: acu-

mulándose poco á poco en el organismo durante el período agónico, casi siempre asfíxico, quizá viene en el instante en que el hombre entra en el sueño eterno y su cuerpo va á sufrir la disolución final, á amortiguar la inteligencia, á insensibilizarla lentamente y, por una anestesia bienhechora, á facilitarle el acto final de la vida física. Este gas que, según algunos fisiólogos, acompaña nuestra entrada en el mundo provocando el parto, interviene también para allanarnos la salida.

Sin embargo, estudiándole de cerca, se ve que es indispensable para la vida, y que si bien es instrumento de muerte, lo es asimismo de vida, la cual, sin él, desaparecería bien pronto. Expliquemos esta paradoja.

Todos los animales, en efecto, directa ó indirectamente, se alimentan de plantas, y las plantas extraen del suelo la mayor parte de sus elementos minerales. El nitrógeno lo toman de la atmósfera, lo mismo que el oxígeno. Pero ¿de dónde toman el carbono, que con tanta riqueza contienen sus tejidos? Dos orígenes existen. El ácido carbónico se halla en el suelo, donde está combinado con diferentes cuerpos en forma de carbonatos, y también en el humus, en la tierra vegetal, compuesta de restos de hojas, ramas, raíces muertas y descompuestas, de musgo, helechos secos, etc. No debemos tomar en cuenta el carbono del humus, puesto que las primeras plantas no han podido utilizar

esta substancia. Las plantas extraerán, por tanto, de los carbonatos del suelo el carbono necesario, como así han supuesto Mathieu de Dombasle y muchos agrónomos y químicos que posteriormente se han ocupado de este asunto. Las experiencias de Sprengel, de Saussure, etc., han demostrado, sin embargo, que el papel de los carbonatos no es tan importante como se había pensado, y más recientemente, Liebig ha observado que las plantas se desenvuelven muy bien en un suelo privado de carbonatos. Pero entonces, ¿de dónde toman su carbono? Hoy se sabe que lo extraen de la atmósfera. Tienen las plantas la facultad de descomponer el ácido carbónico del aire—los 41 millones de hectáreas cultivadas en Francia, absorben, por lo menos, 60 millones de *toneladas de carbono* por año—y también la de desdoblarle en sus elementos, el oxígeno que se desprende y el carbono que fijan en sus tejidos. Este importante trabajo no se efectúa, sin embargo, si no se cumplen dos condiciones: es preciso que la planta esté provista de clorofila, la substancia verde que da color á las hojas, y lo es también que goce de la luz solar y de cierta temperatura no muy baja. La clorofila, en efecto, no verifica la descomposición del ácido carbónico sino bajo la influencia de la luz y en ciertas condiciones de temperatura; á temperaturas bajas y en la oscuridad cesa de funcionar, y si no existe en gran abundancia, si faltan las hojas, la planta mue-

re por falta de alimentos. Porque, nótese bien, la función clorofílica es una función de nutrición absolutamente distinta de la función respiratoria, en la cual, la planta, como los animales, absorbe oxígeno y desecha el ácido carbónico, y estas dos funciones tienen diferente intensidad, siendo la primera mucho más activa, aun cuando se verifique de día. Si no lo fuera, si las dos funciones se equilibrasen exactamente, la planta no podría crecer, pues perdería por un lado lo que adquiriera por otro.

El ácido carbónico de la atmósfera se absorbe principalmente por las hojas y por las raíces; de todos modos es preciso que este gas pase por las hojas, por las partes verdes, provistas de clorofila, para ser utilizado por la planta.

Vemos, pues, que este cuerpo inerte, este gas absolutamente perjudicial á la vida de los seres, es una de las bases esenciales de la vida. Si desapareciera del aire, la vegetación se extinguiría en el acto, y faltando ésta, bastarían algunos días para llevar la muerte á todo lo que respira y se mueve en la superficie de nuestro planeta. El ácido carbónico es una substancia muy nociva para la vida; pero indispensable, necesario, en las proporciones en que se encuentra en la atmósfera.

Desempeña, además, en la vida del globo, otro papel cuya importancia comprendemos previas algunas explicaciones preliminares.

Es un hecho reconocido que ciertos gases de la atmósfera terrestre son casi totalmente transparentes para el calor, bien proceda directamente del sol ó reflejado en la superficie de la tierra. Al contrario, el ácido carbónico es muy poco transparente; es decir, que absorbe y retiene el calor. Por consiguiente, este gas, con el vapor de agua, envuelve la tierra como un verdadero abrigo.

Pero este abrigo puede ser mejor ó peor. Si el aire fuera más rico en ácido carbónico, el clima sería más caliente, y más frío si la proporción de ácido carbónico disminuyera. Un físico escandinavo eminente, Svante Arrhenius, ha demostrado que una variación relativamente poco importante en la proporción del ácido carbónico del aire—variación que no advertirían ni las plantas ni los animales—bastaría para ocasionar cambios considerables en la temperatura y en el clima del globo. Si el ácido carbónico, que representa tres ó cuatro partes por 10.000 de aire, disminuyese la mitad, la temperatura media bajaría cuatro ó cinco grados, con lo cual los glaciares invadirían una parte de las regiones templadas. Por el contrario, si la proporción se duplicase ó se triplicara, la temperatura media se elevaría ocho ó nueve grados y sobrevendrían cambios considerables en el clima, desapareciendo muchos hielos de los que hoy subsisten.

Mediante cálculos precisos, los geólogos y los fi-

sicos han demostrado que un descenso de siete grados en la temperatura media, sepultaría bajo el hielo las cúspides de los Vosgos (Le Blanc), y con un descenso de temperatura de cuatro grados solamente, los glaciares del monte Blanco invadirían la llanura de Ginebra (Ch. Martins). Bastaría, pues, un descenso poco considerable de la temperatura media, para que Francia entera y el resto de Europa se cubrieran de glaciares, que el calor estival sería incapaz de fundir.

Dicho de otro modo: un descenso relativamente poco considerable en la temperatura media de la región templada, determinaría inmediatamente un período glacial.

Por tanto, es posible que el ácido carbónico haya desempeñado un papel activo en los fenómenos glaciares, según la opinión de M. Chamberlín, geólogo americano.

¿Qué sería necesario, en efecto, para que el ácido carbónico influyera en la formación de los glaciares? Que su proporción de la atmósfera hubiera podido variar, ¿no es verdad? Veamos, pues, si esta proporción ha variado y de qué manera. Admitiendo—para aumentar la dificultad—que el capital total de carbono es fijo, veamos cómo puede variar. El carbono entra sin cesar en combinaciones diversas, que luego abandona, quedando libre. Puede, por tanto, en diferentes momentos, existir un capital libre abundante, con escaso capital in-

movilizado, ó bien un capital libre pequeño con capital inmovilizado considerable. ¿Mas por virtud de qué combinaciones se inmoviliza ó entra en circulación el carbono? ¿Dónde se encuentran? Los animales y las plantas fijan durante cierto tiempo mucho carbono; en gran cantidad se encuentra inmovilizado en la hulla, y, por último, las rocas calcáreas encierran enormes cantidades. Sin embargo, como los seres vivos perecen, la hulla se consume y también las rocas calcáreas se descomponen, la combinación es evidentemente temporal; el carbono circula sin cesar, con más ó menos celeridad. Además, en determinados fenómenos—erupciones, levantamientos de montañas—queda en libertad una cantidad grande de carbono.

Por consiguiente, ha podido y debido variar la cantidad de ácido carbónico de la atmósfera. Es cierto, por ejemplo, que después del período carbonífero en que se inmovilizó tanta cantidad de carbono durante millares de siglos, bajo la forma de hulla, ha debido producirse una disminución del ácido carbónico atmosférico. Ahora bien; notad que después de este período se inició una época de frío intenso, según revelan las huellas de los glaciares que existieron inmediatamente después de la época carbonífera.

Hay otro hecho de gran importancia en este asunto: la degradación de las montañas y, generalmente hablando, de las rocas. Es cierto que la

importancia de las montañas ha variado mucho; en las épocas más antiguas era casi nula; las montañas datan de épocas recientes. Por otra parte, la proporción del área, ocupada por las tierras con la extensión de los mares, ha variado enormemente en los tiempos geológicos. Ha habido épocas (silúrico medio, fin del jurásico, cretáceo superior) en que los mares eran vastos océanos y las tierras muy limitadas; en otros períodos (devónico, pérmico, plioceno), al contrario, las tierras tenían mucha más extensión. Estas consideraciones son importantes.

En efecto, en los períodos en que el mar es preponderante, hay tendencia al enriquecimiento del aire en ácido carbónico; cuando las tierras predominan, el aire más bien se empobrece. ¿Por qué? Porque tierra firme significa rocas; hablar de rocas es hablar de su disgregación y ataque por el ácido carbónico del aire, es decir, formación de carbonatos y, por consiguiente, disminución del capital de ácido carbónico libre. Y quien dice mares extensos dice ricas reservas en ácido carbónico, que abandonan fácilmente á la atmósfera si la temperatura es suave; son los mares, según M. Schloësing, verdaderos reguladores de ácido carbónico.

Antes del período glacial, las tierras eran extensas y la atmósfera pobre, sin duda, en ácido carbónico. Pero rápidamente se empobreció más por la aparición de las montañas, que aumentaron la

superficie expuesta á la intemperie y al ataque del gas carbónico. El mal, sin embargo, llevaba en sí mismo el remedio; el período glacial debía limitarse automáticamente.

¿De qué manera? La capa de nieve y de hielo extendida sobre el suelo y las montañas, protegía las rocas contra los ataques del aire; la formación de carbonatos, la inmovilización del carbono, disminuían, en consecuencia, y cesando la depauperización de la atmósfera, vendría la disminución del frío.

Observemos, además, que el clima suave que ha caracterizado los comienzos de la época terciaria se explica satisfactoriamente. Durante este período, la tierra sufrió convulsiones, y las cordilleras, en el último esfuerzo,—ó por lo menos el más reciente—se desprendieron y emergieron. Este fenómeno volcánico ó eruptivo fué, sin duda, acompañado de un prodigioso desprendimiento de ácido carbónico: de aquí resultó elevación de temperatura. Mas, según acabamos de ver, inmediatamente después la montaña fué atacada por el aire, y el ácido carbónico disminuyó en razón de la transformación de las rocas desintegradas, de la formación de carbonatos. En este caso también el fenómeno se ha limitado automáticamente por igual mecanismo. Estas oscilaciones, estas alternativas de frío y calor, muy discutidas, pero que al fin parecen innegables, han recibido el nombre de «fa-

ses» del período glacial. Cuatro veces se ha extendido la capa de hielo, y otras tantas ha retrocedido. Cuando la causa positiva había producido su efecto, entraba en juego la causa negativa, que á su vez solicitaba actividad de la primera.

Actualmente retrocede, pero muy lentamente. Un ligero avance ofensivo parece iniciarse también. No quiere decir esto, sin embargo, que sea inminente un nuevo período glacial. Pero no imposible que tal cosa suceda. Las revoluciones pasadas del globo deben continuarse en el porvenir si las causas persisten. Mas esta discusión está fuera de nuestros propósitos. Nos ocupamos solamente de hacer algunas indicaciones sobre la misión que el ácido carbónico desempeña en la vida, y ya he dicho bastante sobre este punto para demostrar con toda claridad que este gas, tan peligroso por sus cualidades tóxicas es, en realidad, indispensable para la vida, y que por su presencia en la atmósfera desempeña un papel importante en la temperatura del globo y en los fenómenos que dependen de ésta.

Hemos visto que de la cantidad infinitesimal de ácido carbónico que la atmósfera contiene, los vegetales extraen el carbono indispensable para la producción de las materias orgánicas y de la materia viva. También hemos probado, en el capítulo precedente, que la materia viva no puede adquirir el nitrógeno que le es indispensable, sino á expen-

sas de restos orgánicos preexistentes, ya sean vegetales ó animales. Estos restos son destruidos por las bacterias del suelo, que de este modo se alimentan, y, en compensación, fabrican los compuestos nitrogenados indispensables á las plantas, y, por consecuencia, al reino orgánico entero. Resulta, pues, que la fijación del nitrógeno no es posible sin la función clorofiliana, y que ésta tiene por condición la existencia del ácido carbónico.

Todo gira, pues, en torno del ácido carbónico. Podemos ahora abordar el problema propuesto al final del capítulo precedente. Podemos discutir con fruto la posibilidad de la extensión y acrecentamiento de la vida, en la superficie del globo. Nada hay que temer respecto del nitrógeno. Pero ¿pasa lo mismo con el ácido carbónico? Ciertamente, no. En primer término, la proporción de este gas es muy pequeña, mínima. Sin duda, que parece bastante, puesto que la vida no disminuye, ni tampoco el gas. Esto es cierto; pero nuestras observaciones son muy recientes. La proporción de ácido carbónico en el aire puede no haber variado desde hace unos cien años que cuentan de fecha las observaciones; pero ¿y qué son cien años? Además, es evidente que esta proporción ha debido ser mayor en épocas pasadas. Es cierto también, que cada día se inmoviliza una cantidad considerable de este gas; así, por ejemplo, mediante la disgregación de las rocas se forman muchos carbonatos. Y no sería

sorprendente, que la proporción del ácido carbónico del aire disminuyera lenta, pero inevitablemente. ¿Hasta dónde puede disminuir sin inconveniente? No lo sabemos. ¿Se puede, mediante algún procedimiento, luchar contra esta pérdida? Quizá se planteará la cuestión en el porvenir. En todo caso, si algún elemento de la materia viva ha de faltarnos antes que otros, será el ácido carbónico. Actualmente, las abundantes combustiones industriales restituyen al aire una gran cantidad de ácido carbónico, aprisionado en época remota por la vegetación, y durante un tiempo muy largo inmovilizado en la hulla. Pero, á pesar de esta adición considerable, á pesar de la que resulta de la respiración de los séres vivos y el originado por diversas causas, y que en total puede evaluarse en más de cinco mil millones de kilogramos por año, la proporción no aumenta. ¿Qué pasará cuando haya desaparecido la hulla? Es difícil saberlo. Pero es cierto que el ácido carbónico, una de las bases esenciales de la vida, existe en nuestro globo en proporción muy pequeña; que no hay motivo para suponer que esta proporción aumentará, y que en fin, si disminuye, llegará un momento en que la vida entera entrará en su ocaso. Es preciso no olvidar que de las diferentes substancias necesarias á la vida, el ácido carbónico es la que más fácilmente puede desaparecer.



LAS DIFICULTADES DE LA VIDA
Y SUS RESISTENCIAS

CAPÍTULO VIII

LA VOLUNTAD DE VIVIR

Como la vida vuelve á tomar posesión de la Isla de Krakatoa. —La invasión. —La preparación del suelo puramente mineral por la vegetación criptogámica. —Invasión de los muros, de las rocas, de los techos de paja por las plantas. —Tendencia de la vida á invadir un dominio más extenso. —La resistencia de la vida á las causas de destrucción. —La resistencia de la semilla á los grandes frios. —Experiencias de Dewar. —Persistencia de la vitalidad en las semillas. —La germinación de las semillas del período céltico. —La vegetación que aparece en las tierras cavadas ó después de la tala de bosques. —La vitalidad de las semillas sumergidas en el agua; observaciones hechas en Inglaterra. —La vida en las fuentes termales; lo verdadero y lo falso. —Errores de observación. —Sonnerat y Hoppe-Seyler. —Observaciones de Sanssure, Setchell y otros. —La resistencia al frío; la flora de los glaciares. —Resistencia á la inanición. —Los animales ayunadores. —Los animales reviviscentes. —Opiniones diversas. —Spallanzani. —La resistencia de los huevos de los organismos enquistados. —La anabiosis. —Las plantas invasoras. —La vida invade todos los dominios en que puede subsistir.

En el mes de Agosto de 1883, una erupción volcánica formidable, cuyos efectos se hicieron sentir á millares de leguas y durante meses, se produjo en Krakatoa. Hubo un momento en que se creyó que la islita había desaparecido. Todo lo que tenía vida pereció en el cataclismo y no quedó

más que un montón de rocas calcinadas, allí donde poco antes se erguía una vegetación exuberante. Aún no habían pasado tres años del desastre, cuando M. Treub, director del Jardín Botánico de Buitenzorg en Java, tuvo la feliz idea de visitar Krakatoa, y observó que la vegetación reaparecía en la isla; lo cual nada tiene de extraño, si se recuerda que la isla de Sibesia está á 10 millas, Sumatra á 20 y Java á 21 de distancia. La destrucción de vegetales había sido completa, tal fué el calor desarrollado durante la erupción; el suelo estaba recubierto, desde la cima á la base de la isla, de una capa de piedra pómez y de cenizas, de 1 á 60 metros de espesor, suficiente, por su temperatura, para destruir todas las semillas y raíces. La flora nueva no podía, pues, ser descendiente de la antigua: debía, sin duda, su nacimiento al transporte por los pájaros, el viento y las olas, sin que en ello tomara parte el hombre, porque la isla está deshabitada y es inhabitable. Comprendía, sobre todo, helechos en número de once especies, algunas comunes. Todos estos helechos son especies de extensa propagación, y se encuentran en las islas vecinas. Las fanerógamas estaban representadas en la costa por nueve especies, ocho de las cuales se desarrollan en todas las islas madrepóricas de formación reciente. En el interior de la isla se encuentran además otras especies, y á la orilla del agua, M. Treub confirmó la existencia de semillas y de

frutos diversos, pertenecientes á las especies comunes en los islotes y sobre los atols de la Polinesia y de la Malasia. Muy extraño pareció á M. Treub en el primer momento, que la capa de piedra pómez y de cenizas pudiera sustentar planta alguna, siendo tan pobre en principios alimenticios; pero continuando sus observaciones, advirtió que la flora presente había sido precedida por una vegetación criptogámica muy abundante, que consistía en seis especies de cianofíceas, la cual dió origen á una capa susceptible de alimentar los prótalos de los helechos, y luego á éstos mismos.

Ocho años más tarde se repitió la visita á Krakatoa con el propósito de observar si la vida continuaba afirmándose y extendiéndose. En la parte central, la más elevada de la isia, nada se observó; está formada de un montón de cenizas que va sin cesar hundiéndose; la vida no ha logrado instalarse allí donde tampoco el hombre ha podido llegar. Pero no así en las partes bajas. La flora que M. Treub observó primero, se mantenía, y aun acrecentaba. Algunos árboles—de las *Casuarina*—formaban bosquecillos cerca de la costa; algunas praderas de hierba robusta comenzaban á destacarse. Y hasta un animal se había instalado ya, un lagarto del género *Varán*. Pero sobre las cenizas embarrancadas por las lluvias, algo distantes de la costa, las algas formaban su bienhechora cubierta: preparaban lentamente el suelo para las plantas

más superiores, cuyas semillas vendrían algún día traídas por los pájaros, por el mar ó por los vientos. Y se aproxima el momento en que la capa ardiente de cenizas y de piedra pómez que ha recubierto y anonadado la vegetación exuberante que en otro tiempo adornaba la isla, será á su vez recubierta por praderas, matorrales y bosque. Esta es—hablando en sentido figurado—una de las manifestaciones de la voluntad de vivir. Por todas partes en donde la vida puede existir, se instala. Y no es necesario ir hasta la Malasia para convencerse de este hecho. En las hendiduras de las rocas, en las huellas de las piedras que forman las paredes viejas ó las murallas en ruinas, se establece una vegetación que rápidamente prospera: helechos, antirrinos y otras muchas especies, y á veces hasta árboles que pueden alcanzar grandes proporciones. En los sauces desmochados se instalan verdaderos jardines botánicos, gracias á las semillas que el viento ó los animales transportan y, en la región lyonesa, M. Magnin ha visto sauces de esta clase que soportan árboles—fresnos, cerezos, etc.—de 5, 8 y 10 metros de altura. Sobre el techo de paja de las casas de los campesinos, se desarrolla una verdadera flora: líquenes, musgos y plantas de organización más elevada, y á veces arbustos y árboles. Se puede calcular aproximadamente, según las observaciones de M. V. Brandicourt, la edad de un techo de paja por el número

de especies que sustenta. Una cubierta de quince años podrá tener de 15 á 18 especies; la de seis años 10. Pero es preciso observar que la proporción varía según otro factor; no sólo entra en juego la edad, sino que es preciso tener en cuenta la densidad de la población. Las techumbres son más ricas en flora cuando el pueblo es grande y las casas abundantes, y escasa en los pueblos pequeños, de pocas casas ó muy espaciadas.

El ser vivo aspira siempre á vivir más, á extender sin cesar sus dominios. Pero la voluntad de vivir reviste otras formas. Se manifiesta, en particular, por la resistencia desesperada que la materia viva opone á las causas de destrucción. No se sabe qué sorprende más: si la fragilidad del ser vivo, que sucumbe por heridas casi insignificantes, ó su endurecimiento, que le permite sufrir victoriosamente pruebas formidables. Por esta resistencia, por su voluntad de vivir, la semilla, particularmente, nos admira, y nada hay que la demuestre con más evidencia que las experiencias realizadas en 1889 por Sir William Thiselton-Dyer, el eminente director de los jardines de Kew.

Se trataba de averiguar hasta qué punto se pueden enfriar las semillas sin que perezcan. Las experiencias se hicieron con aire líquido, el agente refrigerante más poderoso que se conoce, gracias al concurso de un físico muy conocido, M. Dewar, y demostraron que las semillas pueden estar más

de una hora expuestas á -25° C sin perder su vitalidad, sin extinguirse su poder germinativo.

La semilla puede resistir, pues, fríos que matarían casi todos los organismos conocidos.

Según afirman algunos observadores, pueden también resistir otros agentes. Primeramente, al tiempo, el destructor por excelencia. Los hechos que pudieran citarse son innumerables: me contentaré con recordar uno referido por Nandín en 1852. Se refiere á una tumba céltica, que fué descubierta y registrada en Donchester, Inglaterra. En el punto que corresponde al estómago del cadáver se encontró mantillo con semillas de frambuesa. Se sembraron éstas, brotaron algunas y del último banquete prehistórico cuyas cenizas se han removido, nacieron 169 frambuesos. Si el hecho es exacto, estas semillas habrían conservado durante 1.700 años su vida en estado latente. Dejo á un lado la cuestión de los trigos de las momias, pues está comprobado que ningún trigo de momia auténtica ha germinado; y todo lo que se ha contado sobre la germinación del trigo de las pirámides, es pura fantasía. Esto debe hacernos circunspectos también con respecto á las semillas de las tumbas célticas, y con mayor razón en lo que toca á semillas que se suponen procedentes de la época glacial, y más antiguas aún. Hay hechos, por consiguiente, que demuestran que la semilla puede vivir mucho tiempo adormecida. Quien haya vivido en países

forestales, habrá notado que en los montes tallares, de diez á quince años, recién cortados, aparece, en la primavera siguiente á la corta, toda una flora, que parece improvisada de pronto, tan diferente es de la enteca vegetación que el año anterior crecía debajo de los árboles. Muchos años hace que observo este fenómeno en el bosque de Montmorency, en la digital. Esta planta desaparece en cuanto los brotes de los árboles son bastante grandes; y reaparece en abundancia cuando á los diez ó quince años se corta de nuevo la madera. La hipótesis que parece más propia para explicar este hecho tan familiar, consiste en admitir que las semillas de las especies, en apariencia nuevas, existían ya en el suelo, y que si no germinaron hasta entonces fué por las condiciones muy desfavorables en que se encontraban á la sombra de los árboles. Cortad los árboles y las semillas germinarán enseguida, y luego, á medida que el matorral se forma más espeso, la vegetación disminuye. Si la hipótesis es exacta, se deben encontrar semillas capaces de germinar debajo de los matorrales en el suelo. Esto es lo que ocurre. Un botánico, M. A. Peter, ha estudiado el suelo de una localidad que actualmente es un bosque, pero que hace algunos siglos era terreno edificado y campos de cultivo: ha encontrado numerosas semillas capaces de germinar, y lo que es particularmente más interesante, ha encontrado semillas de plantas especiales de los te-

rrenos cultivados. Parece cierto que las semillas que caen á tierra y no encuentran en ella condiciones favorables para la germinación pueden quedar allí vivas, prontas á germinar en ocasión favorable durante más de medio siglo.

Los hechos de este género son bastante frecuentes. He aquí uno que nos refiere C. Nandín. En 1826, un observador, Trochu, hizo sembrar una tierra de trigo sarraceno y mijo; después de la recolección se dió una labor de desfonde y se construyó un jardín. Doce años más tarde se arrancaron los árboles, con lo cual se removi6 la tierra, volviendo á la superficie parte de la que primeramente formaba la capa superficial. En el acto aparecieron abundantes plantas de sarraceno y mijo. Otro hecho, debido al mismo observador. En 1809 se rotur6 un terreno de juncos y brezo, enterrando estas plantas en el fondo de los surcos y plantando árboles. Veinticinco años más tarde, habiendo muerto algunos de éstos, se abrieron hoyos, para sacar las raíces; alrededor de estos hoyos sobre la tierra que antes había sido superficial, aparecieron de nuevo juncos y brezos. Ocurrió lo mismo á los cuarenta años cuando hubo que abrir más hoyos para sustituir algunos árboles envejecidos. Parece, pues, por estos hechos, que las semillas pueden estar mucho tiempo vivas en el suelo y aun en el agua.

Se cita á este propósito una observación intere-

sante de Salter. En 1843 se abrieron los canales del puerto de Poole; el lodo dragado se acumulaba en el ribazo, formando un montón de varios metros cuadrados. A la primavera siguiente, una vegetación abundante y especial cubría todo el lodo: plantas completamente distintas de las que viven en las cercanías, siendo preciso para encontrar algunas especies alejarse grandes distancias; y hasta había una especie que probablemente no existe en Inglaterra. Sin duda estas plantas procedían de semillas caídas en los ríos que allí desaguan, habiéndose conservado en el limo. En este caso, las semillas han podido sufrir una inmersión prolongada. (Hubiera sido conveniente recoger algo del limo y resguardarlo por completo de todo contacto.)

Otras observaciones de Whitte confirman las de Salter. Limo dragado en el lecho del Avon y del fondo de los diques de Bristol, fué vaciado en una cantera abandonada, en un espacio de un cuarto de hectárea próximamente, á la profundidad de 3 á 6 metros. A la primavera siguiente apareció una vegetación variada y abundante; muchas especies eran indígenas en las orillas del Avon, aguas arriba y abajo de Bristol, pero que no habían sido hasta entonces observadas en las cercanías. Había también especies del valle del Avon, pero que ya eran muy raras ó habían desaparecido; otras no habían sido vistas nunca en aquella región, y algunas tienen su

habitación normal en regiones lejanas del globo. Whitte llegó á la conclusión de que las semillas han vivido un tiempo indeterminado en el limo, arrastradas por el río ó traídas por los barcos que procedían del extranjero. ¿Pero y la duración de la inmersión? Es imposible conocerla con exactitud.

No puede llegarse á conclusiones precisas á no ser basándose en experiencias. El ministro de agricultura de los Estados Unidos las ha comenzado; mas solo al cabo de varios años podremos contar con datos fijos. Lo que, en todo caso, parece seguro, es que la semilla puede estar largos años viva, incluída en tierra ó en lodo, resistiendo la intemperie, resistiendo al agente que destruye hasta los mundos, el tiempo.

La voluntad de vivir no es menos evidente en los animales que en las plantas. El huevo tiene, por punto general, una resistencia muy inferior á la de la semilla.

Se pierde, en la naturaleza, una cantidad prodigiosa de gérmenes de animales: infinidad de huevos de peces, de insectos, de batracios, de reptiles y de pájaros. Sin embargo, los animales también desean vivir.

Basta considerar el número de animales que han invadido las regiones menos propicias para la vida; las regiones heladas del polo, y las tierras abrasadas ó áridas del desierto. Pueden citarse, además, otros hechos; sobre algunos de éstos, sin embargo,

hay que hacer ciertas reservas: no todo lo que se cuenta tiene la autenticidad debida. Hay mucho de exageración, sobre todo en lo que se refiere á la voluntad de vivir en los medios térmicamente desfavorables.

Nadie ignora que cada especie animal ó vegetal no puede vivir en su plenitud más allá de ciertos límites térmicos. Los cultivos industriales y otros demuestran que, en cada continente, cada especie de las que en él pueden vivir no pasa de un cierto límite geográfico. Los límites geográficos no son realmente tales; son límites térmicos. Son las líneas más allá de las cuales la temperatura media es demasiado elevada, ó demasiado baja, para la vida y la propagación natural de la especie. Y lo que es verdad para las plantas—plantas agrícolas, plantas de huerta, árboles frutales y de adorno, plantas de decoración—es cierto también para los animales. No hay animal—si se exceptúa el hombre—cuya habitación no esté limitada por la temperatura. En cualquier país de cierta extensión, hay muchos animales que no prosperan sino en el Sur, otros en el Norte, y aun hay otros para el centro. Sobre este punto son infinitamente numerosos y precisos los documentos. Donde la voluntad de vivir se muestra más fuerte, es en los casos, bastante frecuentes, de especies que se esfuerzan para habituarse á medios térmicamente excesivos. Pero sobre este punto, lo repito, se ha exagerado mu-

cho. En todo lo que se ha dicho de la fauna de las aguas calientes, hay errores de consideración.

Y los hay verdaderamente venerables: tal es, por ejemplo, la relación hecha por Cuvier de peces que en Utica vivían en agua á 77°. También la de Sonnerat, quien, cerca de Manila, había visto peces que vivían en aguas termales á 86° C (69° R). «Mi sorpresa se redobló cuando visité el primer baño; seres vivos nadaban en este agua, en que el calor era tan fuerte que no pude sumergir la mano. Hice todo lo que me fué posible para procurarme algunos de estos peces; pero su agilidad y la torpeza de los salvajes de este cantón no me permitieron recoger ni uno solo para determinar la especie. Les examiné mientras nadaban, y aunque el vapor del agua no permitía distinguirles bastante bien para poderles referir aproximadamente á géneros conocidos, reconocí, sin embargo, que eran peces de escamas oscuras. Este, añade otro observador, es «un hecho conocido de todo el mundo en Manila».

Puede admitirse que este hecho fuese «conocido de todo el mundo en Manila» en la época en que Sonnerat escribía (fin del siglo XVIII); pero no era tal «hecho». Era una interpretación errónea debida á una insuficiencia de observación. La observación precisa fué hecha por Hoppe-Seyler cien años más tarde en Bataglia, donde se encuentra un arroyo de agua á 44° ó 45° C. Allí, el error de Sonnerat se

explica muy bien. En Bataglia, el arroyo tiene peces, y el agua, cerca de la superficie, está á 44° ó 45°. Pero los peces no están en la capa superficial; se quedan en el fondo, es decir, en el agua que está á 24° ó 25°. El agua más caliente se extiende por la superficie; la más fría en el fondo, y los peces se mantienen siempre en ésta. En el momento en que por error se elevan á menos de 13 centímetros de la superficie, entran en la capa caliente y perecen rápidamente. La observación de Hoppe-Seyler explica muchos hechos sorprendentes, puramente imaginarios, cuyo relato corresponde solamente en apariencia con la realidad.

Sin embargo, existen organismos en las aguas termales. De Saussure, en 1790, ha comprobado la existencia de vegetales inferiores en el agua á más de 46° C. En Neris se encuentran conférveas en aguas cuya temperatura varía de 42° á 48°. En las aguas del Sena, Niquel ha encontrado un bacilo para el cual «la temperatura de 60° á 70° es muy soportable». A 69-70° se reproduce con facilidad, pero á 71° ó 72° muere. Otro organismo, también un bacilo, vive muy bien á 70°, según Van Tieghen; pero á 77° cesa de desarrollarse. En Carlsbad, Cohn ha encontrado *oscillarieas* que resisten los 55°; Schnetzler las ha encontrado á 66°. Además, se conoce la resistencia que oponen los esporos de los vegetales inferiores al calor, al frío, á la desecación. Pasteur ha hecho ver que los espo-

ros del *Penicillium* resisten hasta 120° de calor. Los hechos son innumerables; todo el mundo los conoce, al menos *grosso modo*. Mas no es preciso exagerar en lo que concierne á las aptitudes, no ya de los esporos ó semillas, sino de los organismos completos, para resistir en aguas termales y manifestar su voluntad de vivir por un endurecimiento excepcional en presencia del calor. Recientes trabajos se han realizado en los Estados Unidos, con el cuidado que piden las investigaciones de este género, en las que es indispensable tomar la temperatura del agua, muy exactamente, en el sitio mismo en que se encuentran los organismos vivos. Mlle. E. Tildeu no ha encontrado algas vivas á más de 75°. Una de estas especies termófilas es el *Phormidium laminosum*: es el alga más extendida en las aguas de Yellowstone Park. La mayor parte de las especies termófilas prefieren, sin embargo, temperaturas menos elevadas: de 50° á 60°, como el *Hapalosiphon major*, que desaparece de los arroyos cuando el agua descende, por evaporación, á menos de 51°, ó como la *Oleillatoria princeps*, que se ha encontrado en una delgada zona de agua á 58°, sobrepuesta á una capa á 19° solamente, no siendo el espesor de la capa más que de unos tres centímetros. M. W. A. Setchell llega á conclusiones muy interesantes también y que tienen mayor generalidad. Primeramente es de notar que, para el experimen-

tador americano, no hay absolutamente animales en aguas termales que tengan más de 43° C.

No contienen ni aun diatomeas; no se encuentran en ellas más que bacterias ó cyanophyceas. Las primeras pueden vivir á temperaturas que suban hasta 80, 90 y 96°; las cyanophyceas no pasan de los 75 á 77°. Estas temperaturas elevadas prueban una intensa voluntad de vivir. Algo contrarían estos hechos á los fisiólogos, porque éstos creen, de acuerdo con los químicos, que á más de los 40° centígrados el protoplasma se coagula, y que la coagulación hace imposible la continuación de la vida. ¿Qué pasa, pues, en las plantas que viven á 50, 60 y 80°? ¿No se coagula su protoplasma? ¿Por qué? ¿Es de naturaleza diferente? ¿Resolviendo una cuestión de biología, los naturalistas promueven un problema de fisiología?

Sea lo que quiera, queda en pie que ciertos organismos atestiguan una resistencia extraordinaria para las temperaturas elevadas.

Otros manifiestan su voluntad de vivir por su resistencia excepcional á las bajas temperaturas. Si el suelo seco y ardiente de los desiertos tiene su fauna, la superficie helada de los glaciares tiene también la suya. Nicolet ha descrito en 1842 alguno de los insectos de la nieve: los saltones. En el agua, á 25 ó 26°, mueren rápidamente. Por el contrario, en una mezcla refrigerante á 10° C conservan su vitalidad; deshelados, después

de doce horas de congelación, vuelven á la vida y recobran su actividad. Conservados helados diez días seguidos, resucitan también sin dificultad alguna. Reaumur, de Geer, Vogt, Thünemann, Humboldt, han estudiado la fauna del Glaciar: la *Desoria glacialis*, la *Podura hiemalis* y otros muchos insectos, que no viven sino en la nieve ó sobre los hielos. Y si hay muchos peces que no se hallan más que en las aguas tibias, hay también muchos que no prosperan más que en las aguas frías, aguas próximas, con frecuencia, al punto de congelación. Bajo el casquete de hielo de los océanos árticos y de los ríos de las regiones más septentrionales, los peces permanecen vivos y activos, á pesar del frío persistente á que están sometidos.

La voluntad de vivir resistiendo la carencia de alimentos no es menos evidente que la obstinación de vivir á pesar del calor ó del frío. Existe toda una categoría de animales que todos los años nos lo hacen ver, bajo todos los climas. Son éstos, en los climas fríos y templados, los invernantes, y en los climas tropicales, los estivantes. Se encuentran estos animales en todas partes. Y unos y otros, durante la mala estación, que puede ser el invierno ó ya el verano, permanecen semanas y meses sin comer, más ó menos adormecidos. Es cierto que su inmovilidad les permite, en cierto modo, pasarse sin alimentos, no gastando casi nada, y pudiendo vivir con las reservas que han acumulado, y

sobre todo, cuando, al igual de la marmota, tienen cuidado de escoger un retiro relativamente caliente, donde la pérdida de calor animal es débil, y no hay necesidad de combustiones muy vivas para sostener la temperatura interior. Hay animales invernantes que no disponen sino de guaridas de medianas condiciones, y en las cuales la producción de calor es débil. Cuando los hermosos días tibios se presentan en pleno invierno, se ven á veces revolotear algunas mariposas. No son estas mariposas recién nacidas, sino mariposas que, habiéndose albergado en algún escondrijo de una casa ó de una caverna, engañadas por la temperatura han creído que la primavera había vuelto, y van de un lado para otro en busca de alimento. De Octubre á Mayo ó Junio no consumen nada; la naturaleza no les ofrece alimento alguno. Otros insectos familiares, los mosquitos, pasan también todo el invierno en ayuno. En Octubre se refugian en los trojes, en las cuevas, en las leñeras, en las mismas habitaciones—y aprecian muy particularmente las casas provistas de caloríferos, que les aseguran para todo el invierno un retiro caliente—y allí permanecen todo el invierno sin comer, esperando la vuelta de la estación hermosa, época en la que procederán á la obra de su reproducción, para morir enseguida. Así hace el mosquito común; así hacen dos anopheles de los tres que posee la región europea.

Otros animales pueden, cuando lo exigen las circunstancias, dar pruebas de un endurecimiento más notable todavía.

Los moluscos presentan algunos ejemplos muy curiosos. No hay quien no haya oído hablar de moluscos terrestres, de caracoles, por ejemplo, que, metidos en una caja, han recorrido medio mundo, y han llegado con vida al punto de su destino. Anadontes del Cambodge—moluscos acuáticos—han llegado vivos á París, después de ocho meses de viaje y prisión; otros moluscos de agua han llegado vivos á Francia, habiendo empleado un año en hacer el viaje de Australia á Europa. En los moluscos terrestres se encuentran casos de resistencia aún más prolongada. Hay *Bulimus* que se mantienen con vida dentro de su embalaje doce, quince y veinte meses. Caracoles que se han sostenido dos años y dos y medio en prisión y á dieta; y se citan casos en que ha resistido seis años de este régimen un *Helix* de la Baja California. Y Ampullarias que han vivido cinco años en el cajón de una colección, bajo el clima de Calcuta. En su mayor parte, estos animales—y muchos otros también—pasan normalmente la mitad del año—la época fría entre nosotros y la seca bajo los trópicos—viviendo de privaciones; mas, ¿no dan prueba de una extraordinaria tenacidad de vida, de una marcada voluntad de vivir, todos éstos que pueden permanecer dos, cuatro y seis años priva-

dos de alimento? Y las especies cuyos individuos pueden, merced á su organización, hacer tales sacrificios, ¿no están manifiestamente en mejor situación de extender su habitación y de ocupar un territorio más vasto que aquellas cuyos individuos tienen más exigencias personales y menos resistencia vital?

Hay otra prueba interesante de la voluntad de vivir, entre los animales. Me refiero á los hechos que Leenwenhoek descubrió, y que Spallanzani, después de él, estudió con gran cuidado; hechos relativos á la reviviscencia de los animales. En sus *Observaciones y experiencias sobre algunos animales sorprendentes que el observador puede, á su voluntad, hacer pasar de la muerte á la vida*, Spallanzani ha dado casi todas las indicaciones que los investigadores más modernos han proporcionado con respecto á la reviviscencia de los rotíferos, y de algunos otros animales inferiores. En dos palabras, he aquí el fenómeno. Los rotíferos, los tardigrados, y diferentes organismos, vegetales y animales, que viven comunmente en el agua ó en los sitios húmedos, presentan la propiedad, cuando el agua escasea bajo la influencia del sol ó del viento, de pasar al estado de vida latente. Se desecan; su cuerpo parece que es una partícula de polvo, desapareciendo toda señal de vida. Pero si al cabo de algunos días, semanas ó meses, se humedece á estos organismos secos, se les ve, después que han re-

cobrado su forma, recobrar también su actividad. Tal es el fenómeno de la reviviscencia ó de la anabiosis; y se concibe cuán útil ha de ser para la especie, puesto que la permite continuar su existencia en medios que temporalmente no le son favorables. Se ha discutido mucho la reviviscencia, siendo objeto de debates apasionados entre los naturalistas; y la información hecha por la Sociedad de Biología (véase el informe presentado por Broca en Marzo de 1860), que tenía por fin reglamentar la cuestión y establecer algún acuerdo entre los contendientes, ni reglamentó nada, ni estableció armonía alguna. Algunos naturalistas continuaron admitiendo y otros negando la reviviscencia, y los trabajos más recientes—de Faggioli Hublard—ofrecen armas para los partidarios de ambas opiniones; algunos aceptan la idea de la anabiosis tal como acababa de ser expuesta; otros aseguran que los animalillos secos no vuelven jamás á la vida: lo que vive (no lo que revive), son los huevos que, bajo el influjo de la humedad, se desarrollan. Y entonces el agua, en lugar de resucitar á los padres, da sencillamente el medio de vivir á los hijos. Como se ve, es completamente diferente. Pero, ¿dónde está la verdad entre ambas opiniones contradictorias? Bajo ciertos respectos, las experiencias de E. Hublard son muy categóricas: observa este experimentador un rotífero que tiene un huevo; vigila este huevo antes y durante la desecación y después de humedecerle.

Este huevo permanece en su sitio y es el rotífero el que recobra la vida, y no es un producto del huevo. «Nunca el huevo, cuya presencia he comprobado en el momento de la desecación, había desaparecido cuando, una vez humedecido, asistía al despertar de la vida». Notemos que ninguno de los adversarios de la anabiosis ha percibido la salida del huevo, que es lo que constituye para ellos la verdadera aplicación del fenómeno; y que también sería muy sorprendente que un rotífero tuviera desde su nacimiento todos los caracteres del adulto, incluso un huevo en el cuerpo. Parece ser, por tanto, que, al menos en parte, se pueden admitir las conclusiones de los partidarios de la anabiosis, reconociendo, sin embargo, con sus adversarios, que los huevos de los rotíferos y otros animales reviviscentes resisten mejor la sequedad, y que en muchos casos—en el de los *Froschgraben* de Zacharias, particularmente—si la especie se encuentra en un lugar frecuentemente seco, más se deberá el fenómeno á la vitalidad de los huevos que no á la reviviscencia de los individuos.

Esta reviviscencia no es indefinida. «Aunque los rotíferos resucitan varias veces, dice Spallanzani, y aun después de haber permanecido mucho tiempo en seco, es cierto que el número de los que resucitan disminuye en razón del tiempo que la arena (la arena en la cual se encuentran los rotíferos) permanece seca y del número de veces que se la

ha humedecido para hacer resucitar á estos animales. Verdad es que he presenciado hasta la oncena resurrección; pero si bien eran muy abundantes en las primeras resurrecciones, su número fué disminuyendo en las siguientes, y se hicieron muy raros en las últimas. Y debo añadir, que siguiendo desecando y humedeciendo, á las diez y seis veces ya no resucitó ninguno.» Evidentemente, un animal reviscente no podría serlo indefinidamente; pero puede permanecer desecado varios meses sin perder su facultad de revivir, y se le puede desecar y resucitarle varias veces seguidas.

Muchos organismos tienen la facultad de sufrir la desecación, sin perecer, aun siendo exclusiva ó principalmente acuáticos. Las observaciones son numerosas. Las más interesantes son las que se refieren á los organismos que viven en los medios extremos: en aguas muy calientes ó muy saladas, por ejemplo. Las aguas saladas son muy ricas: M. Certes ha obtenido organismos cultivando sedimentos de Salie y de Dax; y los ha obtenido con sedimentos de los lagos amargos del istmo de Suez, que encierran 75 kilogramos de sal por metro cúbico de agua, mucho más que el mar Rojo, muy salado, pero que no da más que 45 kilogramos. El mar Muerto tiene también microbios: los del tétanos y de la gangrena gaseosa. La conservación de la aptitud para recobrar la vida activa es de larga duración en los organismos inferiores. Légameos re-

cogidos por el *Talismán* á 3.000 y aun cerca de 4.000 metros de profundidad y desecados, han producido, veinte años después, numerosos organismos inferiores. Debe notarse que los sedimentos marinos no dan más que microbios. Los infusorios y otros seres más elevados faltan constantemente: á lo sumo se encuentran algunas amebas, mónadas y flagelados. Los sedimentos de las lagunas argelinas dan resultados diferentes. Aunque proceden de aguas salobres, contienen Infusorios ciliados, flagelados, tentaculíferos; también contienen anguilulas y entomostráceos, cuyos huevos parecen capaces de oponer considerable resistencia á la desecación. Un hecho singular resulta de las observaciones de M. Certes, á saber, que si se desea conservar estos organismos inferiores durante largo tiempo, es mucho más seguro conservar los sedimentos aptos para producirles, que no cultivar los organismos de una manera continua. ¿Se encuentra un charco que contiene tal organismo interesante? Pues es más conveniente hacer provisión de sedimentos y desecarlos inmediatamente para evitar la fermentación pútrida, que no llevar el organismo en el agua.

Al cabo de uno ó dos años el cultivo sería estéril; pero al cabo de diez, de veinte años, el sedimento estará enteramente preparado para dar lo que se le pide. Conviene observar, una vez más, que sin esta aptitud que tienen muchos organismos

inferiores para recobrar la vida después de un período de desecación más ó menos largo, muchas especies desaparecerían pronto: todas las que viven en aguas efímeras, temporales, susceptibles de desaparecer tan pronto como se forman. Pero, en su resistencia á la desecación, estas especies encuentran compensación amplia. Sus gérmenes, que permanecen en la superficie del suelo, ó que son transportados á lo lejos con el polvo, revivirán á la primera ocasión favorable.

Si han surgido algunas dudas respecto á la anabiosis en lo que concierne á los rotíferos, anguílulas y tardigrados, no pueden ocurrir, ciertamente, respecto á la anabiosis tal como se presenta en las experiencias citadas. Es sabido que muchos infusorios, cuando se sienten amenazados, se enquistan, encerrándose en una especie de huevo que les permite resistir, durante largo tiempo, la desecación y el calor. Balbiani ha conservado, durante siete años, colpodos que humedecía y desecaba todos los años. Cada año les obligaba á enquistarse, y luego les resucitaba sumergiendo los quistes en el agua. Análogos fenómenos se presentan en las plantas; en varios helechos, por ejemplo. Se pueden desecar las plantas por el calor y por el vacío, sin que este tratamiento las impida recobrar la vida cuando se las coloca en un medio húmedo. Las experiencias de M. E. Bureau sobre el *Polypodium incanum* son probatorias. Los polipodios

parecen gozar de una vitalidad muy resistente.

Contejean ha referido, en 1859, el hecho siguiente: En 1846 se emprendió la faena de destruir toda la vegetación parasitaria de los muros de los fosos de Montbéliard, y hecha la operación se recubrieron los muros con un enlucido calcáreo. Al cabo de algunos años varias plantas reaparecieron. En 1857, á los once años de la destrucción, una de ellas apareció por primera vez; era un *polypodium dryopteris*, especie muy extendida anteriormente por el muro. Parece ser que un rizoma de este *polypodium* había sido olvidado en un intersticio de la piedra, y que allí permaneció vivo, pero inactivo, durante once años, bajo la capa del enlucido, hasta el día en que un accidente, quizá una hendidura en el cemento, le había permitido desarrollarse de nuevo. Los hechos de este género son numerosos, pero basta con indicar su existencia.

Un argumento final, entre otros muchos que podría citar en apoyo de la voluntad de vivir en los organismos, puede sacarse de ciertos hechos de la geografía botánica. Los botánicos señalan en la flora europea algunas plantas que son, en cierto modo, intrusas; plantas que, en realidad, pertenecen á otras regiones. Tenemos una cantidad de árboles y de malas hierbas—los castaños y la *Elodea* acuática, por ejemplo—que son de origen extranjero y que se han aclimatado admira-

blemente entre nosotros. Estas especies han sido introducidas por el hombre. Otras, sin embargo, no tienen el mismo origen, y son las que se enlazan á la flora africana antigua. Esta flora tiene actualmente su centro en Africa austral, en el país de los boers, y se distingue por su carácter xerófilo. Falta en el Africa central, pero vuelve á encontrarse, en parte, en Abisinia, Marruecos, Madera, en las Azores, en las Canarias, y se notan elementos de ella también en Arabia y alrededor del Mediterráneo. En la misma Europa, la flora encierra algunos tipos sud africanos, y esto, según H. Christ, hasta en las regiones alpinas y aun en la circumpolar. La flora ha sido en determinada época idéntica, por lo menos en parte, para Europa y Africa: cambios de clima han destruído en Europa la mayor parte de los tipos; pero algunos han resistido y, más ó menos modificados, persisten todavía. Al través de centenares, y quizá de millares de siglos, han evidenciado su incontrastable voluntad de vivir.

Esta voluntad es una de las características de la vida que, impulsada por ella, invade nuevos dominios y defiende los que posee contra las agresiones de la naturaleza y contra las perturbaciones del clima ó del medio. Allí donde nada vive, en la mayoría de los casos nada puede vivir; por lo menos, nada de lo que existe actualmente en otros parajes y pudiera ser trasportado.

CAPÍTULO IX

LAS RESISTENCIAS DE LA NATURALEZA

Opinión general sobre la libertad que gozan los animales.—La circulación ilimitada y sin trabas: lo que es en realidad.—Area de dispersión restringida de los animales.—Los rios y las montañas como límites de la misma.—Limitaciones, á menudo extremadas, de la zona habitada por las especies.—Los moluscos y los pájaros del archipiélago Hawai; pequenez de la extensión ocupada por las diferentes especies.—Especies exóticas importadas á Hamburgo.—Razones de esta limitación: el clima y los alimentos.—Las especies ubicuas viven á la sombra del hombre.—Límites de la zona de dispersión de los pájaros y de los peces.—Los viajes de los peces.—Observaciones hechas en el Canal de Suez.—Zonas específicas.—Zonas habitadas por las razas humanas.—El problema de la colonización.—Los enemigos del europeo en Africa.—¿Es posible la aclimatación?—Soluciones propuestas.

Hay quien envidia la suerte de los animales por suponerles únicos poseedores de la libertad total, íntegra; por ser libres de ir donde les plazca y cambiar de domicilio cuando á ello se sientan inclinados. Pero en esto, como en otras cosas, el hombre se equivoca.

En efecto: exceptuando los animales emigran-

tes, que forman minoría, las zonas ocupadas por el resto de ellos no son ilimitadas; más bien son extremadamente limitadas. Los animales, aun cuando disfrutan de libertad y medios de locomoción que pudieran causarnos envidia, no realizan ninguno de esos largos viajes en los que el hombre imagina encontrar la dicha.

La zona de dispersión de los animales es muy restringida. Nótase, desde luego, cuán limitadas son las zonas específicas; esto es, las zonas ocupadas por las diferentes especies. Existen, sin duda, excepciones, pero casi todas se refieren á los animales domésticos, ó bien á los que, en cierto modo, son satélites del hombre. Protegidos y alimentados por el hombre, los animales domésticos viven allí donde el clima no se opone á su existencia de una manera absoluta. Si el hombre dejara de existir con sus viviendas, graneros y cultivos, perecerían todos, igualmente que sus satélites y parásitos—la rata, por ejemplo—imposibilitados de encontrar, por sí mismos, los medios de subsistencia. El caso de los animales domésticos y parasitarios es, pues, especial. No menos saliente es el de los animales no sometidos al hombre. Aun en el continente más vasto, las especies ocupan, individualmente, zonas limitadas que, á veces, no abandonan jamás.

Las barreras que limitan estas zonas son diferentes. C. Lumholtz, viajero muy conocido, hace notar que, en Queenslandia, la fauna es diferente

á uno y otro lado de la divisoria de aguas, que consiste, únicamente, en una serie de colinas poco importantes. Ocurre á veces lo mismo en las orillas de un río. Según Livingstone, la mayoría de los viajeros africanos han observado que la mosca tsé-tsé es abundante, por ejemplo, en la orilla derecha de un río, é impide la penetración del ganado doméstico, al cual destruye, inoculándole el parásito de la *Nagana*, mientras que en la orilla izquierda, libre de esta peste, numerosos rebaños pastan tranquilamente. De una á otra orilla no hay más de 40 metros, y la mosca tsé-tsé recorre, sin dificultad, grandes distancias. Según Monteiro, el río Congo representa un límite infranqueable para muchas especies de aves y mamíferos: la fauna es completamente distinta de una á otra orilla. Este río forma una barrera que se prolonga hasta su desembocadura. Al norte de éste abundan los tiburones, mientras que no existen al sur. Se observa constantemente que, en el continente africano, ciertos ríos constituyen los límites extremos de las zonas habitadas por diferentes mamíferos. El río Mackenzie, afluente del Zana, marca la frontera del Hartheeste de Coke y de la Zebra de Grévy.

Otro río—el Gwelo, tributario del Zambeze, al norte de Matabelelandia—formaba, hace algunos años, el límite oriental extremo de la zona ocupada por la girafa. La configuración del país es idéntica en los dos lados del río y, además, durante

una época del año, queda éste reducido á un rosario de lagunas y no puede ofrecer obstáculo serio al animal que desee franquearle. Lo propio ocurre en Madagascar; los ríos limitan con frecuencia la zona habitada por las diferentes especies de Sifakas. De un lado se encuentra una especie, y otra, ó una variedad diferente, en la opuesta orilla. En Argel, Moritz Vagner ha observado que muchos roedores, pequeños reptiles, insectos y moluscos terrestres, tienen su zona de dispersión limitada por los ríos que van del Atlas al Mediterráneo. El Chélif, en particular, constituye una barrera que algunas especies jamás franquean. En las Indias, el Ganjes representa el límite para muchas clases de animales. En el distrito de Monghyr, se encuentran el tigre, el oso, el pavo real, ciertos monos y diferentes pájaros de caza al sur del río; en cambio, estas especies faltan por completo en la orilla norte. Numerosas especies vegetales tienen sus zonas limitadas por el mismo río.

En las islas Hawai, en el Océano Pacífico, se observan hechos análogos de mucho interés, por ser evidente que la fauna de estas islas es de origen exótico; que ha sido importada de las regiones vecinas, asiática ó americana. Esta importación es, sin duda, antigua, porque la fauna actual es muy diferente de la original y ya muy especializada; y, por otra parte, la limitación de las zonas habitadas en el archipiélago por las diferentes especies

es, con frecuencia, muy estrecha. No hablaré de las Achatinellas, familia de pequeños moluscos, especial del Archipiélago, y de la cual existen, según la *Fauna Hawaiensis*, cuando menos, 330 especies, seis de ellas extendidas en más de una isla; las demás son especiales á una sola, ó bien á una porción muy limitada de ellas. Muchas especies no existen sino en una sola localidad, en un solo valle, que no abandonan nunca. La limitación de la zona en que viven es extrema. Bien es verdad que las aptitudes locomotrices de los moluscos terrestres son muy reducidas; los Achatinellas apenas si pueden viajar, y no tiene nada de sorprendente, por esto, que la zona que habitan sea muy limitada. Es preciso considerar también si les falta motivo para emprender emigraciones.

Es, quizá, lo más probable, que permanezcan donde encuentren medios de subsistencia; no teniendo otra razón para viajar más que la falta de alimento, en vano intentarían extender sus dominios y salirse del paraje donde habitualmente viven, para penetrar, quizá, en regiones donde no existe la planta que les sirve de alimento, y donde forzosamente tendrían que perecer.

Por consideraciones análogas, es preciso explicarse la limitación extrema de las localidades en que viven diferentes pájaros del mismo Archipiélago, no obstante encontrarse, al parecer, estos animales, más que ningún otro, en condiciones de

poder extender fácilmente su zona, y aun de cambiarla á voluntad.

Entre estos pájaros hay un cuervo, una especie particular del Archipiélago, pero cuyo parentesco con los demás cuervos es evidente. Es, sin duda, descendiente, más ó menos modificado por las condiciones ambientes, de individuos de otras especies que provienen de alguno de los continentes próximos. Este cuervo, como sus congéneres, es gran volador; con facilidad podría emprender largos viajes. Es, por tanto, muy extraño que solamente se le encuentre en una de las islas y no más que en dos de los distritos de ella. ¿Por qué razón no se extiende, por lo menos, por todo el territorio de la isla? A esta pregunta, hecha de este modo, puede contestarse, con perfecto derecho, con la siguiente: y, ¿por qué había de extender sus dominios? Después de todo, si permanece allí donde está, es que se encuentra bien. Teniendo cuanto necesita, ¿por qué había de emigrar? El hombre abandona su patria solamente cuando su existencia es penosa, material ó moralmente; cuando no encuentra manera de ganar el sustento, ó cuando le falta la atmósfera moral ó intelectual que necesita. El cuervo hace lo mismo. Encontrando en la región que habita todo lo que necesita, no hay razón para que abandone su hogar y emigre. Al principio, quizá la vida le fué dura. Llegaba á un país en que el ganado no existía todavía—pues fué introducido por los euro-

peos—y tuvo que renunciar, en parte, á sus gustos creófagos. Tuvo que pasarse sin carne y hacerse vegetariano. El bosque ofreciale abundantes y succulentos recursos, y no necesitó grandes esfuerzos para hacerse frugívoro. Pero, naturalmente, la experiencia le enseñó que los frutos no se crían en las rocas ni sobre las olas; y tuvo que quedarse en la región forestal. Y en ella permaneció, con más motivo, después de la importación de ganado. Algunas cabezas se dejan libres en el bosque, y éste le ofrece, en ocasiones, un festín de carnívoro. El bosque le convenía y le conviene ahora con mayor motivo. No tiene, pues, el cuervo ningún motivo para cambiar los bosques por las tierras bajas de la costa, cultivadas por el hombre en beneficio propio, y que no pueden ofrecerle ningún atractivo alimenticio. La pregunta está, pues, categóricamente contestada; ¿por qué ha de abandonar el cuervo un medio en que se encuentra bien, por otro en que se encontraría mal?

Lo propio sucede con los *Drepanis hawaiienses*, pájaros especiales del archipiélago. Existen 35 especies, distribuídas en 17 géneros—proporción muy elevada, dicho sea de paso,—que proceden, evidentemente, de una, ó quizá de dos formas americanas. Esta importación debió realizarse en fecha remota, á juzgar por las diferencias existentes entre el tipo general actual y el supuesto original americano, y por las especializaciones diver-

sas que han culminado en la producción de tantas especies y, sobre todo, de tan numerosos géneros. Con estas especializaciones debe relacionarse, sin duda, la restricción extremada de las zonas de dispersión de las especies que consideramos. Únicamente tres de éstas son ubicuas y se encuentran en todas las islas del Archipiélago con las de vuelo más sostenido, más poderoso, pero al mismo tiempo con las menos especializadas en punto á la alimentación. No necesitando una planta especial para nutrirse—porque los *Drepanis* son en parte frugívoros y granívoros—pueden estas tres especies ocupar un territorio más extenso que las demás que exigen una especie vegetal determinada. Las 32 especies restantes se encuentran en una isla; solamente, á lo más, en dos. Esta restricción se explica por sus hábitos alimenticios: algunas son frugívoras, otras granívoras; las hay insectívoras, y aun algunas se alimentan únicamente con el néctar de las flores. Es natural, pues, que estas especies no existan sino en las regiones que ofrecen los frutos, los granos y bayas, las flores y los insectos, que le son necesarios. Su zona de dispersión coincide fatalmente con la de las plantas é insectos que constituyen su alimentación. La extrema especialización implica limitación, extrema también, de las regiones habitables, y constituye un verdadero peligro para la especie, pues que hace depender su vida de la existencia de tal planta

ó insecto, los cuales no pueden vivir en todas partes, sino que necesitan medios de condiciones especiales. Las plantas requieren determinados terrenos, temperaturas y orientaciones, y los insectos necesitan ciertas plantas. En definitiva, todo está regulado por la planta. El animal sigue al vegetal. Por tanto, es explicable la extrema limitación de las zonas de dispersión de los *Drepanis hawaiienses*; se comprende por qué razón tal especie vive en los bosques y tal otra en las breñas; cada una vive allí donde encuentra lo necesario para su existencia. Sin estas necesidades especiales, todas las especies animales serían ubicuas, cosmopolitas ó poco menos. Un naturalista alemán ha contado las especies animales—principalmente insectos—importadas por los barcos mercantes en el puerto de Hamburgo. Suman 490, procedentes de Europa, Africa, Asia y América. Pero no encontrando el medio que necesitan, no se extienden ni arraigan; desaparecen pronto. A pesar de la importancia de esta emigración entre el antiguo y el nuevo mundo, es muy pequeño el número de las especies animales aclimatadas, aparte de aquellas que deliberadamente han sido introducidas y conservadas por los cuidados del hombre, que las protege y les crea el medio que necesitan: el caballo, gallináceas diversas y ganado, en América; el pavo, en Europa.

Conviene notar que á las especies acuáticas les

pasa exactamente lo mismo que á las terrestres. Y, sin embargo, ¿no es el medio acuático mucho más homogéneo que el terrestre? Sin duda; y pudiera por esto suponerse que la travesía del Atlántico debiera ser muy fácil para el bacalao ó el maquerel. No hace aún mucho tiempo se creía que los peces hacían en el mar viajes largos, trasladándose del Polo al Ecuador, de la Bretaña á Nueva Inglaterra. Actualmente esta opinión no es admisible, ni podría sostenerse seriamente. En realidad, los peces periódicos, que se presentan en ciertas épocas del año en las costas, donde se les pesca en abundancia—la sardina, el maquerel, el arenque—no llevan á cabo las emigraciones que se les ha atribuído, sino que se retiran de la costa hacia el mar libre, pero no á considerable distancia. Muchas veces ha sido vista la sardina á 25 kilómetros de la costa, en la superficie, en donde se alimenta de diferentes larvas, crustáceos, etc. De igual modo que los demás peces periódicos, hace viajes cortos, manteniéndose cerca de las costas en verano y alejándose más en invierno. Estos peces se separan solamente algunos kilómetros de la costa, lo cual concuerda con lo que se sabe de las razas locales de sardinias y de arenque, que únicamente se pescan en áreas muy limitadas, siempre las mismas. Si estos pescados hicieran durante el invierno largos viajes, volverían, sin duda, á puntos diferentes de la costa, y no exactamente á los

mismos parajes. A pesar, pues, de las facilidades que ofrece el mar, los peces viajan poco. Se evidencia también este hecho por la localización de las diferentes especies. En las costas de Inglaterra y en Bélgica se pescan especies que no se encuentran en el canal de la Mancha, y recíprocamente.

En nuestras costas cada especie tiene su zona, que no suele abandonar. Con respecto á este punto, las observaciones hechas por J. B. Tillier en el canal de Suez son interesantes. Desde hace treinta años que existe el canal, los pescados del Mediterráneo han podido, sin duda, viajar hacia el mar Rojo, y los del mar Rojo hacia el Mediterráneo. Las especies que habitan en el primero son 45, en el segundo 65, y *á priori* podía esperarse algún cambio en la fauna de ambos mares. Existen, en efecto, estos cambios, pero muy limitados; tres pescados del Mediterráneo han penetrado en la bahía de Suez, y cinco especies del mar Rojo han pasado al Mediterráneo. En el canal se encuentra solamente una parte de las dos faunas: 19 pescados mediterráneos y 21 egipcios. Las demás especies no han penetrado en el canal. Estas observaciones coinciden con las experiencias que hace tiempo realizó W. Fulton, quien, después de haber pescado un cierto número de peces, los volvió al mar, provistos de placas de aluminio con la fecha grabada. Fueron advertidos los pescadores de las cercanías, suplicándoles que devolviesen las

placas sí lograban pescar algunos de estos peces. Los peces fueron pescados á distancias relativamente pequeñas, aun cuando en algunos casos transcurrió considerable tiempo entre las dos capturas.

Repetiremos, pues, una vez más, que la limitación de la zona de dispersión de las especies animales es muy marcada, á pesar de todas las facilidades de que parecen disponer para efectuar largos viajes.

Las causas de esta limitación parecen obscuras á veces, pero pueden precisarse en parte. Ante todo, el clima y la alimentación tienen capital influencia, pues es innegable—y de ello dan fe las tentativas de aclimatación—que cada especie animal está adaptada á ciertas condiciones climatéricas, y no á otras. Fuera de las partes del globo que ofrecen ciertas condiciones termales, no puede existir. Y, seguramente, aun en una región relativamente pequeña, como Francia, hay climas suficientemente numerosos y diferentes, para excluir tales especies de una parte de su superficie y tales otras de otra región.

Es cierto también que la alimentación desempeña un papel de primera importancia. No hace muchos años, las autoridades canadienses se ocuparon en buscar animales de carga, á fin de facilitar los viajes en la inhospitalaria región de Klondike.

Primeramente se pensó en el perro; mas hubo

que desistir, porque el perro no encuentra alimento en aquellos parajes; es preciso trasportar las provisiones para él, y, por tanto, los servicios que puede prestar son insignificantes. Con el reno es diferente: el reno escarba la nieve y encuentra líquen, que le sirve de alimento, y, por consiguiente, podrá, quizá, aclimatarse en Alaska; el perro no puede vivir allí sin el auxilio del hombre.

En todas partes se presenta el problema de la alimentación, que es de importancia primordial. Los carnívoros no pueden vivir sino donde hay caza, y la caza solamente donde se encuentran determinadas plantas. Esto es evidente.

La limitación de las especies se comprende, pues, sin trabajo, si bien, lo repito, la causa de la limitación no es siempre aparente, cosa que ocurre á menudo, porque no se conocen bien las costumbres y las necesidades de los animales.

Lo que es cierto para las especies lo es aún más para los individuos. Los animales, individualmente, permanecen confinados en un círculo que es, á veces, muy restringido. Considerando, por ejemplo, la caza de un país poblado—y no hablo del caso de la clásica y venerable liebre de la llanura de Saint-Denis—hay, seguramente, mil razones que la impiden separarse mucho de su terreno ó de su nido. Por un lado están los poblados, en otro un río, más lejos una carretera ó un ferrocarril muy frecuentado, ó bien muros ó rocas; y

¿por qué ha de dispersarse en tal dirección, donde no encontraría nada que comer? Se queda, pues, en su campo habitual de operaciones. Además, durante un período del año, el animal se encuentra aún más especialmente obligado á no cambiar de vivienda; no puede abandonar á su compañera, ó su prole, sin faltar á sus deberes de cabeza de familia.

Los pájaros, que parecen ser los seres libres por excelencia, no abandonan tampoco sus viviendas y parajes acostumbrados. En un parque, en un jardín, se conoce muy pronto á determinados individuos: éste tiene tal costumbre, ó un movimiento especial; el otro una conformación, que se separa algo de la de los demás; un tercero tiene el canto muy característico. He conocido, durante algunos años, un gorrión albino que siempre se le encontraba en el mismo barrio de París, alrededor del Luxemburgo. No me sorprendería que este gorrión ignorase la existencia del bosque de Meudon y aun del bosque de Boulogne. ¿Y por qué había de viajar? ¿Tenía sus costumbres y sabía dónde alimentarse? ¿Por qué abandonar la comida por la sombra del bosque? ¡Ni aun siquiera por la sombra! No había razón para que imaginase nada mejor que la realidad que tenía á su disposición.

Pero no es menos cierto que los animales viajan algunas veces. En estos casos el motivo es evidente: consiste bien en que el clima va á cambiar,

haciendo más difícil su existencia, ó que por alguna razón van á escasear los alimentos. Y entonces se ve, por ejemplo, en África, á los antílopes que abandonan vastas extensiones, desnudas ó quemadas, para acercarse á las corrientes de agua, en donde todavía brota la hierba en la estación seca; cuando comienzan las lluvias, se alejan de nuevo. Naturalmente, los leones emigran también siguiendo á su despensa.

Poniendo algún cuidado en la observación, se llega, por consiguiente, sin trabajo, á explicar, al menos en general, la limitación de la zona de dispersión de los animales. Análogamente pudiera explicarse la del hombre.

Ninguna especie animal es tan obicua como el hombre. Ninguna se acomoda como él á los climas más diversos.

Ocupa en el globo territorios infinitamente diferentes. Aun cuando vive en mayor número y prospera mejor en las regiones templadas, está en disposición de adaptarse á los climas más desemejantes; el esquimal certifica que el hombre puede vivir bajo los fríos polares; y los negros ó los indios, que puede soportar el calor ecuatorial.

Y no es que el hombre sea particularmente adaptable, sino más bien que sabe crearse en todas partes un medio adaptado á sus necesidades.

Este hecho es muy interesante relacionándole con el movimiento de expansión colonial que se

observa en la mayor parte de las naciones europeas, que tratan de extender su territorio conquistando tierras ultramarinas y, particularmente, tropicales.

Aun cuando por todas partes hay razas humanas; á pesar de que el hombre, en general, es capaz de vivir en todas las regiones del globo, es también evidente que una sola variedad no es capaz de soportar todos los climas. Las diferentes variedades se hallan adaptadas á una zona climática especial; pero no parece que una sola entre ellas se encuentre en estado de presentar todas las adaptaciones requeridas. Dicho de otro modo: la aclimatación es una utopía, principalmente en lo que concierne á las regiones tropicales, que son las más interesantes, por los recursos que ofrecen á la avaricia de las gentes civilizadas. No así en las regiones polares. Vitruvio, hace dos mil años, decía que el hombre se aclimata mejor al frío que al calor; pero los polos no ofrecen atractivos, y no hay seguridad de encontrar en esos parajes muchas klondykes.

En términos generales, los médicos no creen posible la aclimatación del europeo en los trópicos; lo único que puede hacer es instalarse provisionalmente, «conservando la salud casi intacta», á condición de conformarse á reglas de higiene muy estrictas. Respecto á la aclimatación de la raza no hay que hablar; el Africa tropical, según

Poskín, «no puede ser una tierra de población europea. En igual caso se encuentra toda la zona tropical». No existe raza ni tronco europeo adaptado, aclimatado. Algunas llegan á vivir en estas regiones diez, quince, veinte años, pero estos casos son excepcionales y su organismo se debilita; son más viejos que su propia edad.

Todo lo que el europeo puede hacer en el Africa ecuatorial es pasar algunos años ocupándose de sus asuntos, reponiendo á intervalos sus fuerzas en Europa, y, en una palabra, viviendo en esta región como de paso y sin detenerse mucho.

Comienza ahora á saberse por qué el Africa tropical es perniciosa para el europeo.

El enemigo por excelencia, que monta guardia en la frontera y aniquila á los invasores, es el microbio. El microbio venga al desventurado negro de las crueldades que le hacen sucumbir, y aun cuando obra con menos rapidez que la bala, lo hace con igual seguridad.

La conquista de las regiones tropicales no es, pues, un asunto de estrategia ó de fuerza bruta; es un problema científico y de higiene; requiere otras bases que no son precisamente el sable ni el fusil.

La base de la colonización de los trópicos debe ser el conocimiento de la patología de estas regiones.

El problema tiene interés como materia de estu-

dios prácticos y también como tema de reflexiones filosóficas. Ya he indicado que la temperatura es de importancia secundaria; pero su acción indirecta es de tener en cuenta por su influencia sobre los microbios.

Sin duda favorece ciertas enfermedades, como el dengue, pero también excluye otras. La escarlatina, por ejemplo, es muy rara en los trópicos, porque el calor excesivo no conviene al microbio de esta enfermedad.

También ciertos animales auxilian la acción de los microbios; he hablado más arriba de la mosca tsétsé como agente de la propagación de una enfermedad entre los animales importados: la *nagana*. Además, existe una mosca semejante que propaga la enfermedad del sueño, y el mosquito, que difunde la fiebre palúdica. Los ejemplos de este género son bastante numerosos.

Es evidente que el Africa se defiende principalmente por el microbio y por el insecto que inocula el microbio. Algunos gusanos unen sus esfuerzos á los de esos defensores de la independencia africana; hace mucho tiempo que se conocen estos detalles y que se ha comenzado á vislumbrar el método que se debe seguir y el género de lucha que hay que emprender. Los obreros que han explorado y abierto el camino son numerosos. Sin embargo, á menos de empresas colosales de saneamiento, que exigen mucho trabajo, tiempo y

dinero—pero que los buenos resultados logrados en la lucha contra la malaria, la fiebre amarilla, la fiebre tifóidea, el cólera, en Europa y América, fomentarán seguramente—la colonización es muy difícil bajo el punto de vista médico, y la aclimatación poco probable; y, en todo caso, realizable solamente después de mucho tiempo y de investigaciones del orden antes indicado.

Esta respuesta tiene interés por el apoyo que presta á una escuela que, aun cuando poco numerosa, es, por lo menos, muy interesante. La constituyen los políticos y los moralistas que pretenden llevar á cabo la obra de la colonización en la forma más humana y á la vez más práctica posible; que tratan conciliar del mejor modo los intereses de los colonizadores y los de los habitantes de las regiones colonizadas.

Dicen los afiliados á esta escuela: He aquí un país poblado. No pretendemos destruir sus habitantes; sabemos también que no es posible nacionalizarles por decreto; la transformación, si fuera posible, requiere siglos. Están habituados, adaptados al clima; están formados á prueba de la patología colonial ó, cuando menos, la resisten mejor. Tienen sus instituciones, sus usos. Tratemos únicamente de mejorar las condiciones sanitarias del país y ensayemos el tratamiento de las enfermedades; proscribamos los usos crueles y la barbarie; codifiquemos, saquemos partido de lo que existe y

tratemos de desenvolver la inteligencia y la actividad con el ejemplo y el interés.

Y puesto que no podemos vivir entre ellos sino de un modo fugitivo, pasajero, seamos únicamente los organizadores, los reguladores, los gerentes. Están ciegos, es verdad, pero nosotros estamos paráliticos; los dos juntos llegaremos á formar un organismo aceptable. Todo está en que cada cual haga lo que puede y debe hacer.

Más tarde, sin duda, á fuerza de ciencia y paciencia, el sabio vencerá las resistencias de la naturaleza.

El europeo, cual nuevo Moisés, se quedará durante largo tiempo á las puertas de la tierra de promisión; para explotarla tendrá que considerar las resistencias mencionadas y emplear para vencerlas las fuerzas naturales, los útiles que la misma naturaleza forja resistentes.

CAPÍTULO X

LAS RESISTENCIAS DE LA VIDA

La resistencia de las especies á las causas de muerte.—Diversidad de la resistencia individual.—La resistencia es diversa; existe para los diferentes influjos dañosos en las diferentes especies.—Algunos hechos.—Resistencia á la submersión de la hormiga y del mamífero.—Vitalidad de los insectos.—Diversa resistencia de los peces á la emersión.—Resistencia vital de la semilla.—Los organismos que se enquistan.—Vitalidad de los troncos de árbol derribados.—Las plantas que resisten á la desecación.—La precocidad de la floración en las especies de primavera.—Influencia estimulante del tiempo suave después de grandes frios.—Traumatismo y precocidad; una observación sobre el chopo.—Un árbol que resiste el incendio.—Influencia favorable del fuego en la floración.—Influencia favorable de los extragos producidos por los insectos, del arranque de las hojas, de la desecación, de las violencias.—El cultivo forzado de los vegetales.—Consideraciones generales.—Causa posible de los fenómenos que preceden.—Deshidratación y rehidratación.—Misión del agua en la resistencia vital.—La anhidrobiosis y los animales reviviscentes; en la semilla; en los crustáceos y peces.—La anhidrobiosis y la fecundación.—Su misión en la vida de las células.—Del mundo fisiológico al mundo moral.

El ser tiende á persistir en la existencia: la naturaleza se opone, más ó menos abiertamente, á esta tendencia. O más exactamente—pues no hay para qué correr el riesgo de falsear las ideas por el empleo de un lenguaje poco definido—el medio

donde la suerte ha colocado al sér es poco favorable á esta tendencia. Es un hecho que se ofrece á cada momento, aquí y allá, y que se ha verificado siempre. Se observa con frecuencia que algún influjo nocivo se ejerce sobre todos los seres de una región más ó menos extensa; algunos perecen; otros, por razones no siempre conocidas, logran sobrevivir.

En este fenómeno influyen las circunstancias, la especie y aun el individuo. Las circunstancias pueden parecer idénticas, y no serlo por accidentes diversos que no siempre acertamos á discernir. La organización de la especie tiene una gran importancia en tales casos, pues influye en la resistencia. Por último, la resistencia individual varía: las experiencias de laboratorio han demostrado, que expuestos á una misma influencia nociva—siempre que ésta no sea fatalmente exterminadora—diferentes individuos de una misma especie, algunos resisten, mientras que otros sucumben. Es este un hecho probado, si bien, á menudo, ignoramos su mecanismo.

Toda especie posee facultades de resistencia sorprendentes y muy diversas, orientadas en diferentes direcciones. Comparada con el hombre, ó con los mamíferos en general, la hormiga presenta una resistencia extraordinaria á la inmersión. Puede estar ocho días debajo del agua sin inconveniente, mientras que el hombre, á los veinte minutos, está

casi irremisiblemente perdido. El hombre no puede vivir más de treinta días sin comer: la hormiga puede resistir cincuenta, ochenta, ciento y hasta ciento diez días. Tales facultades de resistencia son de mucha utilidad á la hormiga—lo cual no quiere decir que le hayan sido deliberadamente conferidas en vista de un fin especial—porque estos insectos están expuestos en ciertas regiones á inmersiones temporales causadas por las inundaciones y con frecuencia también á carecer de alimentos. Muchos insectos dan pruebas de una vitalidad extraordinaria. Se ha visto larvas de moscas conservar la vida á los diez días de inmersión en agua salada y en formalina, y también se ha probado que ciertos mosquitos, faltos de agua, utilizan los depósitos de petróleo para depositar sus huevos, sin que este medio excepcional les produzca ningun quebranto, á juzgar por la agilidad de sus larvas.

Entre los peces, todo el mundo sabe que la resistencia á la emersión varía mucho. En nuestras playas, algunas especies permanecen muchas horas sobre la arena húmeda, abandonadas por el mar que se retira, sin sufrir nada; otros, por el contrario, no resisten ni un minuto fuera del agua. Hay también peces que permanecen impunemente horas enteras sobre el lodo que queda al descubierto en las mareas bajas. En otros peces la resistencia, la obstinación á vivir, se muestra en otra forma.

Podrían citarse otros muchos hechos que concurren á demostrar cuán grande es la aptitud de algunas especies para persistir en la existencia bajo condiciones muy desfavorables. La resistencia de la vida se manifiesta también de otra manera; en la prontitud con que pasa del estado latente á vida activa cuando las condiciones exteriores lo permiten.

Los organismos aptos para enquistarse y las semillas lo demuestran. Semillas conservadas diez y seis años en nitrógeno, en cloro, en hidrógeno sulfurado ó arsenical, en el óxido de carbono, en alcohol absoluto, en alcohol con sublimado, etcétera, germinan tan pronto como se las coloca en condiciones favorables. Quistes de infusorios, desecados durante decenas de años, producen organismos activos, llenos de vida, en el momento en que la casualidad—ó la mano del experimentador—les coloca en un poco de agua. Ved también, en el bosque, los troncos de los árboles derribados que se cubren de ramas y de hojas en la primavera, demostrando una vitalidad que los horticultores han utilizado para imaginar un modo de reproducción asexual de importantísima aplicación, ó bien, ciertas especies vegetales que resisten vigorosamente á la desecación. Varios helechos se marchitan, parecen muertos, cuando la tierra se seca; y reverdecen de nuevo no bien ésta se humedece. La *Lewisia rediviva*—una Postulácea—también revive

puesta en agua después de permanecer desecadas en un herbario durante dos ó tres años. Se la puede sumergir en agua hirviendo, desecarla enseguida, y guardarla diez y ocho meses sin que pierda su vitalidad. En el suelo húmedo recobra su forma, su color, su turgencia, brota y, al fin, florece. Es cierto que tales casos son excepcionales. Pero en las diferentes especies la resistencia es de distinto orden; cada una tiene su lado fuerte, y también su lado débil.

Muchas especies están dotadas de una precocidad de floración extraordinaria, que se manifiesta principalmente en el curso de los inviernos suaves. Hay una serie de plantas, conocidas de antiguo, que florecen en los comienzos de la primavera ó antes: el eléboro fétido, la mercurial, el avellano, la violeta, la anémona, el ranúnculo, el tusílag, etcétera; en ellas, la resistencia de la vida se manifiesta por un despertar más precoz cuando la estación lo consiente; recobran la vida activa no bien se presenta la posibilidad de hacerlo.

En el curso de los tres inviernos suaves de 1895 á 1898, se ha notado en Francia la precocidad considerable de la floración de varias de las especies indicadas. La achilea ha florecido en Diciembre en lugar de florecer en Junio ó Julio; el *lychnis dioica* en Diciembre, cuando la época normal es en Mayo ó Junio; la hierba cana en Diciembre, en lugar de Marzo ó Abril; la violeta en Enero y Di-

ciembre, en lugar de Marzo y Abril; la primavera lo mismo; la margarita en Enero, en lugar de Abril-Mayo. Y así otras muchas. Análogas observaciones pueden hacerse en todos los inviernos suaves. En 1845-1846 la vegetación se encontraba en Marzo en las mismas condiciones en que de ordinario se encuentra en Mayo. En Febrero estaban en flor el eléboro fétido, el chopo de Italia, el cornizo, el olmo, el almendro, el albaricquero, y lo mismo la magnolia y la euforbia.

Una de las más curiosas manifestaciones de la resistencia de la vida es la influencia estimulante que parecen ejercer sobre muchas plantas las agresiones, bien del medio ó accidentales. Parece que el hecho de resistir á una de estas acciones da un impulso al ser vivo. Puede observarse todos los inviernos que después de un período de frío riguroso, las plantas que no han perecido brotan con más fuerza y rapidez. De un modo general, podría explicarse este hecho suponiendo que, bajo el influjo de un tratamiento de mayor rigor, se produce una exasperación de la vitalidad. Refluye ésta en cierto modo, y quizá con más fuerza, cuando ha estado á punto de llegar á su término, próxima á desaparecer. Un hecho curioso ha referido Ch. Martins, que se relaciona con la historia de la conquista de Argelia, relativo quizá al *Agave americana*. Es sabido que, según Linneo y Goethe, esta especie no florece hasta que una

causa debilitante cualquiera detiene su vegetación. El trasplante, el arranque, una mutilación cualquiera, la hacen florecer inmediatamente. En apoyo de esta opinión puede citarse el hecho siguiente, que le fué referido á Ch. Martins por un testigo ocular: En 1830, cuando los franceses desembarcaron en Side Ferruch, había muchos agaves en los alrededores de Argel. Se decidió establecer un campamento en medio de ellos. Los soldados—¿qué habían de hacer con las armas sino destruir?—se entretuvieron durante el invierno de 1830 á 1831 en acribillar á las desgraciadas plantas á sablazos y bayonetazos. El resultado fué que en la primavera de 1832 todos los agaves florecieron en Marzo. Eran, por lo menos, 1.500, y ni una siquiera dejó de dar flor. Parece como si el sér, cuanto más próximo á morir, tiene más prisa en transmitir la vida. Se conocen otros casos del género, que han sido observados por M. O. Fairchild, botánico americano.

Pasando la primavera en Patras (Grecia), M. Fairchild observó en una rama de un chopo joven un caso de precocidad muy notable. Los árboles de esta especie comenzaban á echar la hoja; en la rama de que hablamos, todas las hojas estaban ya abiertas y en completo desarrollo. Esta rama se destacaba con tanta claridad como una mata de muérdago sobre el ramaje de un árbol en pleno sueño invernal. ¿Por qué razón esta rama,

en particular, gozaba de una precocidad tan marcada y tan completa? Observando el árbol de cerca, vió que la rama arrancaba de un punto del tronco que había recibido una gran herida, producida, al parecer, por el roce violento de un carro; estaba ya casi curada, y precisamente al lado del callus de cicatrización es de donde brotaba la rama precoz. Parecía existir una relación directa entre el traumatismo y la precocidad, y siendo esto así, cabe preguntar si no se podría, por traumatismos artificiales y voluntariamente producidos, crear en los diferentes vegetales partes más precoces para utilizarlas haciendo ingertos en ellas. Pero sería preciso averiguar si esta precocidad es duradera. La rama de chopo mencionada ha conservado su precocidad; ¿será igualmente precoz al cabo de diez, de veinte años? A decir verdad, es bastante problemático. Una vez anulada la causa de la precocidad, disipados los efectos inmediatos del traumatismo, es probable que la precocidad desaparezca. En todo caso, algunas experiencias permitirían resolver el problema, y, sobre todo, lo que nos interesa no es el partido que se podría sacar de la observación, sino el hecho mismo.

Podríamos citar numerosos ejemplos semejantes. *El chaparro*, un árbol de la América del Sur (*Ropalpa obovata*) es quizá el único que existe en una región de llanuras muy áridas en verano, cuyos

pastos se queman todos los años no bien sobreviene la estación seca. Esta práctica es favorable para el desarrollo de la vegetación de la primavera siguiente; pero destruye, naturalmente, todo lo que puede haber de vegetación arborescente, excepción hecha del *chaparro*. Se concibe muy bien que este árbol no llegue á alcanzar una altura imponente, ni considerable desarrollo. Su altura no excede de 6 metros, y el tronco no pasa de 30 centímetros de grueso. Las ramas están como torturadas, recubiertas por el corcho que el fuego de la pradera enciende periódicamente. Pero la tortura no le mata, más bien parece serle favorable; su gruesa corteza le protege. Favorable es, sin duda, para la especie, porque la corriente de aire caliente arrebatada sus ligeras semillas aladas y las extiende alrededor y parece también favorable al individuo, porque cuando las lluvias vuelven, vegeta de nuevo con más vigor. El incendio obra como un latigazo sobre una bestia de carga.

Otro hecho curioso que se refiere á este mismo asunto, fué comunicado en 1903 á la Sociedad de Biología por M. J. Jolly.

El 2 de Septiembre de 1903, estalló un incendio en el pueblo de Chaussée-sur-Marne, entre Châlons y Vitry-le-Français, que destruyó un barrio entero. El fuego, empujado por el viento, corrió y destruyó hasta las últimas casas contiguas á los campos. Se corrió también á los árboles próximos de un

gran huerto de perales y manzanos, destruyendo por completo las primeras hileras sin dejar rastro de ellas. Las tres filas siguientes, protegidas por las primeras y por la distancia, sufrieron menos y quedaron en pie, pero muy destrozadas, y grandemente chamuscadas. En los árboles de la fila sexta los destrozos fueron, naturalmente, menores, si bien buen número de ramas fueron chamuscadas. Pero en las ramas ilesas ocurrió un fenómeno extraño. Se produjo una segunda floración. Comenzó en fin de Septiembre, y en Octubre todos los árboles—salvo las ramas chamuscadas—estaban cubiertos de flores como en el mes de Mayo. Y los más floridos eran precisamente los que habían estado más expuestos á la acción del calor.

En otra dirección el fuego llegó cerca de una plantación de lilos. Estos árboles, y también algunos ciruelos, florecieron de nuevo; en particular los lilos se cubrieron de flor.

Un hecho análogo ha sido comunicado también á la Sociedad de Biología, poco tiempo después del anterior, por M. E. Apert. Un número de lilos, devastados por las cantáridas en Julio, florecieron en Octubre. Los árboles más castigados, los más despojados de hojas, reverdecieron y florecieron mejor.

Estos hechos sirven de fundamento á una próspera industria: el cultivo forzado de las plantas. Forzar una planta, es obligarla á vegetar antes de

tiempo mediante un tratamiento destructivo; generalmente se principia por matarla á medias, arrancándola del suelo y desecándola; un método más refinado, imaginado por un sueco, M. Johaunsen, consiste en anestesiarlas con éter ó con cloroforno después de haberlas arrancado y desecado.

De cualquier modo que se maltrate á las plantas, el resultado es generalmente el mismo, esto es, un despertar, una aceleración ó exasperación de la vitalidad.

¿Cómo explicar este hecho? Primeramente, ¿qué hay de común en los diferentes procedimientos accidentales ó experimentales que reconocidamente estimulan la vitalidad? ¿Es quizá idéntica la influencia que ejerce el calor del incendio, la destrucción del follaje, el éter y el descuaje provisional de la planta? Entre todos ellos puede señalarse una acción común: la desecación.

Todas las plantas mencionadas han sufrido una desecación más ó menos pronunciada. Los anestésicos son deshidratantes, el calor también é igualmente el descuaje de las plantas y de las hojas.

En todos estos casos se ha producido lo que el eminente biólogo Giar ha llamado anhydrobiosis, es decir, la suspensión de la vida producida por una deshidratación relativa y temporal.

Y no es que el agua sea «biogénica», como se ha dicho frecuentemente; el agua no crea nada, ni mucho menos la vida; pero sin agua, como ya he-

mos visto, ninguna operación química podría producirse en los organismos. El agua es el vehículo y el disolvente indispensable. Por esta razón, pudiera decirse que la vida es húmeda; la materia viviente deja de serlo cuando se deseca; sus manifestaciones vitales quedan suprimidas ó, por lo menos, suspendidas. Esto es lo que tiene lugar en los casos examinados más arriba; se ha producido la anhidrobiosis. Pero el entorpecimiento que ésta origina cesa, se disipa, mediante la hidratación, si las demás condiciones son favorables. No es, pues, completamente exacto que la mortificación estimula la vitalidad de las plantas; es más bien un tratamiento favorable subsecuente á una deshidratación. Y aun se necesita que la deshidratación haya sido lenta; de otro modo puede ser fatal á la planta. Esto es precisamente lo que ha ocurrido muchas veces en las experiencias sobre los animales reviscentes. En lugar de deshidratarles lentamente copiando el procedimiento empleado por la naturaleza, se les ha desecado rápidamente bajo campanas, en aire enrarecido ó por la acción del calor y de las substancias que absorben el agua; se les ha destruído, y, claro está, sometidos á la rehidratación no han podido revivir.

La anhidrobiosis es un fenómeno del cual se conocen ejemplos, aun cuando no es muy frecuente. Es una forma de resistencia de la vida, que no se presenta sino en una minoría de organismos. He-

mos visto que existe en los animales reviviscentes, tardigrados, rotíferos y ciertas anguilulas; existe también en la semilla y en los esporos, que son organismos que contienen muy poca agua, y que para iniciar la vida activa necesitan absorber una proporción considerable de este líquido, sin el cual la química de la vida no puede desenvolverse. Se produce en gran número de organismos inferiores, protozoarios y protofitos, los cuales, estimulados por la deshidratación incipiente, se encierran en una cáscara casi impermeable, que se opone á que aquélla continúe; los quistes de este modo formados, pueden permanecer años en estado de anhidrobiosis, de vida latente, conservando la capacidad de revivir no bien comienza el tratamiento favorable, inmediatamente que empieza la rehidratación. Giard ha conservado durante ocho años quistes de *Chlamydococcus pluvialis*, y es indudable que en estado de anhidrobiosis puede prolongarse la existencia de los protistas durante un tiempo aún más considerable.

Existe también en diferentes crustáceos. Todo el mundo sabe que los «años de Apus» se presentan muy de tarde en tarde; en una misma localidad, los Apus no aparecen en las charcas y baches, sino á intervalos muy largos. Los huevos de este curioso crustáceo pueden permanecer vivos, en estado de anhidrobiosis, durante años, en el polvo de los ca-

minos, hasta el momento en que se produce una rehidratación.

Los huevos de muchos gusanos son comparables, en este respecto, á los quistes de los Infusorios; puede obtenerse una fauna ó una flora numerosa, sin más que agregar en un poco de agua á una cantidad de polvo; éste contiene quistes y huevos en estado de anhidrobiosis, que se desenvuelven no bien el medio lo permite. La anhidrobiosis existe hasta en los peces: el sueño estival del próttero es un caso de anhidrobiosis que, como todos los casos de este género, concluye en cuanto la rehidratación se presenta. La anhidrobiosis es, pues, una de las formas más curiosas de la resistencia de la vida. Los diferentes casos relatados anteriormente, de reaparición de la vida después de un período de dificultades que, en cierto modo, constituyen un tratamiento estimulante, debe referirse, sin duda, á casos de anhidrobiosis. Parece, además, que la anhidrobiosis interviene también en otras circunstancias, especialmente en ciertos fenómenos fisiológicos; y aquí encontramos de nuevo la influencia estimulante de la rehidratación, del impulso dado á la vitalidad por los tormentos y las pruebas violentas. He aquí (véanse las hermosas investigaciones de Giard sobre la partenogénesis artificial, continuación de los de Jacques Loeb), he aquí huevos maduros, sin fecundar, de estrellas de mar, desecados sobre papel secante. Colocados

nuevamente en el agua, después de varios días se puede comprobar el hecho singular de que la rehidratación produce en ellos el mismo efecto que la fecundación; se segmentan y se desarrollan partenogenéticamente. Hoy se conocen muchos ejemplos de este género de desarrollo experimental, al cual Jacques Loeb ha dado una notoriedad considerable. Parece indudable que, en todos los casos, cualquiera que sea el agente que determina el desarrollo partenogenético,—el ácido carbónico, ó una sal, ó un anestésico,—el mecanismo es el mismo; todos, según Giard piensa, son fenómenos de sobreexcitación de la vitalidad consecutiva á una fase de anhidrobiosis. Y es muy posible, según I. Delage, que exista en la fecundación normal una deshidratación del huevo, producida por la penetración del gamete macho; el desarrollo ulterior á la fecundación, sería consecutivo también á una rehidratación subsecuente, á una fase de anhidrobiosis. Es indudable que en la fecundación hay, además, otro factor: la mezcla de dos herencias; pero el agente iniciador del proceso de segmentación, diferenciación y crecimiento de la célula ovular, sería el fenómeno puramente físico de la rehidratación subsiguiente á una anhidrobiosis temporal.

El influjo excitante de la primera iniciado á continuación de la influencia paralizante de la segunda, se observa, en general, en todas las células; en las células del cuerpo, en las somáticas tanto como

en la célula germinal ó la célula ovular. Un joven fisiólogo, M. Laurent, ha observado que cultivando plantas en soluciones concentradas de diversas substancias—que producen deshidratación y anhidrobiosis á consecuencia de los cambios de presión osmótica—se provoca una obturación intensa de una parte de la raíz, que se manifiesta por el aumento del diámetro de ésta.

Sería un error suponer que, en los diferentes ejemplos mencionados relativos á la resistencia de la vida, á la energía persistente que el ser vivo despliega en la conservación de su existencia luchando con las influencias más desfavorables, la acción excitante de la rehidratación consecutiva á un anhidrobiosis temporal constituye el único factor esencial; no hay que generalizar prematuramente. Pero no hay duda que la rehidratación y la anhidrobiosis juegan el papel principal en el cultivo forzado experimental de las plantas, y en el accidental debido al calor, en la precocidad de las ramas heridas, en el caso del *chaparro* de la América del Sur, en ciertos fenómenos vegetales que todos hemos observado, en la reviviscencia de los animales y de los quistes de los organismos inferiores. Parece que al contacto de la muerte, el organismo conquista un renuevo de vida, y que la amenaza del aniquilamiento sobreexcita la vitalidad. El hecho de que esta recrudescencia vital se explica, en muchos casos, por un fenómeno puramente físico, no dismi-

nuye en nada el interés de este hecho, paralelo al producido por el sufrimiento moral, que eleva y depura la vida psíquica del hombre. Pues si las agresiones violentas, el tormento fisiológico y la miseria química, nutritiva, que es su consecuencia, hacen que la vitalidad se desborde, se exalte, cuando cesa el sufrimiento, es cierto también que bajo el estímulo del pesar, del tormento moral que engendra una depresión temporal, el hombre se ennoblece; es evidente que el dolor depura el carácter, le eleva y suaviza; le hace más humano, en una palabra. Paralelismo curioso y que merecía señalarse, aunque sea á la ligera.

CAPÍTULO XI

LAS TRANSACCIONES ENTRE LA NATURALEZA Y LA VIDA

Cómo evitan los organismos las dificultades que la naturaleza les opone.—La adaptación al medio.—Hechos comprobados que no se explican.—Las experiencias de Dallinger sobre la adaptación á las altas temperaturas.—La adaptación de la raza.—Adaptación á la desecación.—Los animales que resucitan.—Adaptación á los frios y á los medios químicos.—Mecanismo desconocido.—Adaptación al medio orgánico.—La naturaleza, conservadora y revolucionaria.—Las razas locales en los territorios extensos.—Razas locales de peces.—La variación en el tiempo y en el espacio.—La convergencia de los tipos.—La acción del medio y la actividad funcional.—Universalidad de la adaptación entre los seres.—El desenvolvimiento de los organismos.—Los efectos de la especialización entre los mamíferos.—Plantas de la orilla del mar y del interior.—Plantas de llanura y de montaña.—Posición anómala de los ojos de los peces planos.—Influencia de los alimentos sobre el color de las mariposas.—La adaptación en el hombre y su función en patología.—Fenómenos observados en el sistema circulatorio, en el hígado, bazo, riñones é intestino.—Consideraciones sobre la adaptación.—La acción del medio sobre algunas plantas.—Una planta polimórfica.—La reacción sobre los medios.

La vida tiende á perdurar y á extenderse; pero muchas veces la naturaleza resiste, se opone á esta tendencia. Esta oposición ó resistencia debe considerarse como mera hostilidad de las circunstancias creadas por el juego de las leyes que rigen el universo, y no como el designio de una naturaleza consciente. En muchos casos vence la naturaleza,

es decir, los organismos sucumben; el medio les es desfavorable. ¿Se necesita la demostración? Basta considerar la limitación de las zonas de dispersión de la mayor parte de las especies animales ó vegetales: el hecho interesante de que éstas no traspasen ciertas fronteras, á pesar de que les sería fácil la emigración. Ved también cuántas tentativas de aclimatación han fracasado y cuántos descalabros han sufrido los ensayos de introducción de plantas y de animales en regiones que no son las suyas, en medios en que no se hayan establecido naturalmente.

Sin embargo, ocurre también que el organismo vence. Pero en este caso sale de la lucha modificado. Ya no es el mismo organismo. Algo se ha transformado en él, en su exterior ó en su interior; se ha producido un cambio anatómico ó bien fisiológico. En determinados casos, el triunfo del animal se debe á un cambio psicológico. La modificación anatómica ó fisiológica puede producirse de dos maneras: ó por una acción directa ó indirecta del medio nuevo, diferente del habitual por uno ó varios caracteres, ó por un nuevo método de vida, por un funcionamiento nuevo ó extraviado, por una reacción especial del organismo. No hay para qué disimular que en muchos casos esta explicación es puramente verbal; hacemos constar un resultado, le expresamos intentando explicarle, pero el mecanismo se queda en la obscuridad.

Y á obscuras permanece, pues que la adaptación—que es el asunto de que tratamos—no se observa en todos los organismos ó, cuando menos, es más fácil á unos que á otros, sin que se sepa por qué. Es posible que esto sea una pura apariencia, debida á nuestra falta de comprensión de muchas cosas; así es que no hay para qué insistir demasiado sobre ello. La única afirmación que puede hacerse es que ciertos organismos manifiestan un poder de adaptación mayor que otros, que algunos se adaptan y sobreviven y otros no cambian y perecen.

Evidentemente no basta que haya un cambio de medio para provocar una variación por adaptación, como tampoco la presencia de un microbio infeccioso es capaz de provocar una enfermedad. Se necesita que el microbio encuentre un terreno favorable, y también que el organismo posea la posibilidad de variar en el sentido requerido. Ahora bien: las posibilidades de los diferentes organismos son desiguales en grado y con frecuencia de diferente naturaleza. Si las leyes de la vida son las mismas para todos los seres, hay que reconocer también que éstos no son todos idénticos. Difieren entre sí en muchos respectos: sus energías no son las mismas, y tampoco lo es la aptitud para reaccionar en determinado sentido. Sin duda estos términos son vagos, pero no hay modo de explicar con claridad lo que permanece indefinido.

En muchos casos, la adaptación es un fenómeno que se manifiesta sin esfuerzo, pero que, en el actual estado de nuestros conocimientos, queda sin explicación. Muchos organismos elementales, en efecto, pueden adaptarse á condiciones esencialmente anormales, sin que nos sea posible apreciar en ellos cambio alguno que explique la adaptación.

Tiene esto lugar en muchos casos experimentales.

Uno de éstos es clásico: el de la adaptación de los flagelados á las temperaturas elevadas en las experiencias de Dallinger. Hizo este experimentador provisión de protozoarios flagelados, y emprendió la faena de acostumbrarlos á vivir en el agua á una temperatura muy superior á la habitual. Para lograrlo, primero les colocó en agua á baja temperatura, que elevó progresivamente. La experiencia duró varios años. Comenzó por los $15^{\circ},5$ C, y fué subiendo con cierta rapidez y sin dificultades hasta los 23° . A esta temperatura sucumbieron algunos individuos, pero la mayor parte resistieron. Pudo reanudarse el movimiento ascensional después de algún tiempo, pero á los $25^{\circ},5$ sobrevino una crisis. Durante varios meses fué imposible elevar la temperatura menos de un cuarto de grado sin provocar accidentes. Sólo al cabo de ocho meses Dallinger pudo volver á recalentar el agua. Al final de la experiencia, que fué suspen-

dida por un accidente, los protozoarios vivían en agua á 70° C. Expuestos repentinamente, sin transición, á esta temperatura, hubieran perecido todos. Por la fuerza de la costumbre, se había verificado una adaptación notable.

¿Qué fenómenos íntimos han podido producirse en el protoplasma de estos organismos para alcanzar tal resistencia? Se ignora. Mas no por eso es menos cierto el hecho de la adaptación. Pudiera decirse: el hecho es exacto, pero los infusorios que resistieron los 70° no eran ya los mismos que fueron introducidos al principio; eran sus descendientes. No tiene gran valor esta objeción, porque en virtud de experiencias hechas en los renacuajos—siempre sobre los mismos individuos—resulta que la adaptación es un fenómeno individual. Davenport y Castle han acostumbrado á los renacuajos á vivir en agua á temperaturas elevadas, y han comprobado que esta adaptación no se pierde sino muy lentamente. El hecho de que la adaptación sea persistente no esclarece el carácter de los fenómenos íntimos que determinan la resistencia. El resultado de las investigaciones sobre las temperaturas de coagulación de la albúmina—tanto más elevada cuanto menos hidratada está dicha substancia—parece indicar que el fenómeno íntimo de la resistencia de los organismos á las temperaturas elevadas consiste en una deshidratación progresiva, por el calor, que eleva cada vez más el

punto de coagulación. Esto explicaría, al mismo tiempo, el hecho de la mayor resistencia al calor que ofrecen los organismos ó partes de organismos secos, comparados con los que están más hidratados. Nótese el interés que ofrecen las experiencias de Dallinger y el intento de explicación que precede en relación con los casos, tan numerosos, de organismos vegetales y animales que viven en las fuentes termales.

Hemos hablado ya de la adaptación al frío y á la sequedad; es inútil volver sobre este punto.

Por último, es preciso señalar los hechos de adaptación á los medios químicos anormales. La fisiología y la experiencia médica proporcionan ejemplos numerosos. Nadie ignora que muchos animales pueden adquirir, bajo el influjo de pequeñas dosis repetidas de venenos diversos, una resistencia considerable para dosis mortales de las mismas substancias. En estado natural se encuentran animales especializados en medios particulares; por ejemplo: crustáceos ó protozoarios que viven en las aguas salinas de las marismas, donde sus congéneres del mar perecerían. Es necesario admitir una adaptación natural de este orden para toda la fauna de agua dulce, puesto que ésta se deriva de la marina, que es la fauna primitiva. Experimentalmente se ha habituado á muchos animales de agua dulce á vivir en diversas soluciones, añadiendo progresivamente pequeñas do-

sis de sales variadas. Se puede por este procedimiento conseguir que los renacuajos vivan, por ejemplo, en soluciones que matan instantáneamente á los no habituados.

Indicaré algunos de los resultados que he obtenido por este procedimiento. Renacuajos no adaptados soportan sin inconveniente una solución de sulfato de sosa al 1,5 por 100. Pasados algunos días se añade un poco más de sulfato—5 ó 10 decigramos cuando más,—y después de cuatro ó cinco días más, se aumenta la cantidad de sal. Por este procedimiento he conseguido que los renacuajos vivan perfectamente en una solución de 12 gramos por litro. Con bicarbonato de potasa, rara vez puede pasarse—siempre con el método progresivo—de 9 gramos por 2 litros; pero resisten perfectamente la solución de 9 gramos por 2 litros y medio. Se pueden adaptar á una solución más concentrada aún de cloruro de potasio (19 gramos por 2 litros y medio); un gramo más produce un desastre: todos los renacuajos perecen.

Estos animales se acostumbran bastante bien al sulfato de potasa, comenzando por una solución tenue, 1,5 gramos por litro, pudiendo aumentar gradualmente la proporción de sal hasta 7 gramos por litro; pero con 9 gramos los animales se mueren. Soportan una solución al 6 por 1.000 de bromuro de potasio, así como también una solución al 5 por 1.000 de ioduro del mismo metal. Con el clo-

ruo de magnesio puede llegarse hasta los 15 gramos por litro sin inconveniente, y con el sulfato de magnesio hasta los 10 gramos, quizá más, siempre añadiendo la sal progresivamente y dando á los animales tiempo para aclimatarse.

A los ejemplos que preceden de adaptación al medio físico ó químico, podrían añadirse muchos más del mismo género, ó de adaptación al medio orgánico. Hay animales en los que el hombre ha podido observar directamente modificaciones de orden adaptativo. No se nota, aun en estos casos, ningún cambio exterior; solamente se percibe la adopción de una nueva *manera de hacer*, diferente de la tradicional. Esta adopción constituye por sí misma una adaptación. Pueden citarse innumerables ejemplos.

Es un hecho muy conocido que en toda especie que posee una vasta zona de dispersión se consigue, con alguna experiencia, establecer sub-especies. Esta noción ha sido considerablemente reforzada por las observaciones de los zoólogos americanos, quienes, por la extensión enorme de los Estados Unidos, están en excelente situación para comparar entre sí individuos de una misma especie zoológica procedentes de regiones muy distantes y, por consiguiente, desemejantes en clima, en medio general. Los individuos de una localidad determinada presentan todos una misma particularidad que falta á los de otras regiones. La existen-

cia de estas sub-especies, de estas formas locales ó regionales, es evidente en los pájaros, los reptiles, los insectos, los mamíferos, etc. En las costas del Océano y de la Mancha, los pescadores distinguen las razas locales de los principales peces.

Los trabajos de Garstaug sobre las razas locales del chicharro, prueban que en el mar del Norte y en el Paso de Calais este pez tiene siempre menos de 27 rayas, y siempre más de 29 en las costas de Irlanda y de América. En el Paso de Calais y en el mar del Norte, 20 ó 22 por 100 de estos peces tienen 28 rayas y aun más; 34 ó 38 están en el mismo caso en las costas de Irlanda, y la cifra es de 44 por 100 en la costa de los Estados Unidos. En el número de las manchas hay también las mismas diferencias. Hay 21 por 100 en el mar del Norte y Paso de Calais, 15 por 100 solamente en Irlanda y 60 por 100 en los Estados Unidos.

Entre los arenques hay también, según Heincke, razas locales; existen diferencias en el número de vértebras y en el de escamas entre la aleta ventral y el ano.

Por último, en muchos casos se ha comprobado que en una misma región existen diferencias apreciables entre una especie actual y los individuos fósiles de la misma especie; dos razas locales que se suceden en el tiempo en el mismo espacio, pueden ser visiblemente diferentes, aun cuando la especie sea la misma. Hay, pues, variación en el

tiempo y en el espacio, y esto no tiene nada de sorprendente, pues las diferentes regiones ocupadas por una especie en un momento dado son, sin duda, desemejantes bajo muchos puntos de vista, y aun una misma localidad debe cambiar también de caracteres con el tiempo. Repetiremos una vez más que los hechos de este género son muy numerosos; las formas locales son conocidas de los cazadores que han tenido ocasión de entregarse á su ejercicio favorito en diferentes regiones del mismo país, y lo son también de los zoólogos.

Las cosas aún van más lejos. Hemos indicado anteriormente que la flora del desierto presenta en su conjunto una suma de caracteres similares. Las plantas que la componen presentan un cierto número de caracteres semejantes, impuestos indudablemente por las condiciones de existencia, aun perteneciendo á familias diferentes, y ofreciendo un aspecto muy desemejante examinadas en un medio normal muy especializado. Esta semejanza de un determinado número de caracteres exteriores en las plantas diferentes que viven en el mismo medio que exige una adaptación muy especial, es general. En su conjunto, la flora alpestre presenta una misma facies; á la flora polar le pasa lo mismo, é idénticamente ocurre con la fauna de las regiones frías y la de las regiones desiertas. Los habitantes de un mismo medio presentan un cierto número de rasgos comunes que, en justicia, se atri-

buyen naturalmente á la acción común del mismo. Dicho en otros términos: en un mismo medio, los diferentes organismos se parecen por ciertos caracteres producidos por la adaptación á las mismas condiciones. Esta es la idea que Giard ha defendido empleando excelentes argumentos, y bautizado con el nombre de convergencia de las especies. «El hecho notable de que los tipos filogenéticamente distanciados se conviertan, gracias á ciertos influjos biológicos, en tipos tan semejantes en su apariencia exterior que, no sólo el profano es inducido á error, sino que también los zoólogos más experimentados aprecian de una manera inexacta las afinidades reales.» Las palabras transcritas demuestran hasta qué punto los organismos diferentes se hacen semejantes en un mismo medio gracias á la adaptación.

En efecto, hay animales de distintos órdenes y aun de ramas diferentes que, por adaptación á un mismo género de vida, llegan á ser tan semejantes, que se ha podido confundirlos á pesar de la enorme distancia que los separa. Gracias también á la adaptación, ciertos animales pelágicos, que viven en alta mar, cerca de la superficie, y no se acercan á la costa sino arrastrados por el viento, se asemejan por varios caracteres, aun perteneciendo á las clases más diversas, de los protozoarios á los vertebrados. Todos tienen, especialmente, los tejidos de una transparencia extrema que les hace

invisibles, sirviéndole admirablemente esta cualidad para evitar numerosas agresiones. Medusas, Ctenóforos, Sifonóforos, Moluscos, Heterópodos y Pteropodos, Salpes, Pirosomos, Alciopes, Leptocéfalos, todos ellos, tan alejados unos de otros en la clasificación, se asemejan por la adopción general de la transparencia del cuerpo. Existen otras analogías: el desenvolvimiento considerable de ciertos órganos de los sentidos; la reducción del tubo digestivo; el desarrollo de los órganos de la generación; la frecuencia de los aparatos fosforescentes. Viviendo todos en el mismo medio, que es enteramente especial en sus caracteres, estos animales presentan una evidente convergencia del tipo, que les es útil, y que se explica por una igual adaptación al medio común.

En el mismo orden de ideas podría citarse también la convergencia que se observa en los insectos cavernícolas ó en las plantas de la orilla del mar. En ambos casos existe una misma facies, debida á la acción del medio común. Es inútil insistir: la convergencia es evidente y resulta evidentemente de la adaptación.

¿Cómo se verifica hoy esta última? Es esta una pregunta muy natural, pero de difícil contestación. En muchos casos el mecanismo se desconoce actualmente. Sin embargo, dos causas generales pueden señalarse como de principal importancia, una

interna y la otra externa: la actividad funcional y la acción del medio.

La actividad funcional es, sencillamente, el ejercicio de los órganos con los efectos reflejados por el ejercicio de éstos sobre el resto del organismo, más la consecuencia bien conocida de que el ejercicio de una parte cualquiera la hace más útil y acrece su desarrollo. Es la función creando el órgano, ó más exactamente, el ejercicio funcional desarrollando el rudimento del órgano ó especializándole en determinado sentido.

La misión de la actividad funcional es enorme en la vida del individuo. Viene éste al mundo provisto de un cierto número de órganos, y la actividad funcional los desenvuelve por el ejercicio ó les reduce á la atrofia ó les deja en estado rudimentario por el desuso.

«Cuando las condiciones ambientes cambian, dice Ives Delage, el individuo se adapta á ellas en la medida de su plasticidad; los músculos, los huesos, los ligamentos, todos los tejidos mecánicos se fortifican cuando su uso se activa, mientras que cuando su empleo disminuye, sufren una atrofia proporcional á la disminución de su actividad; los tejidos nerviosos se modifican, de manera que sus operaciones se expeditan tanto más cuanto más habituales; las glándulas segregan más ó menos, según se les pide; en una palabra, las variaciones consecutivas al cambio de las condiciones de vida,

son, en la mayor parte, de carácter adaptativo.» En cada ser, la adaptación existe más ó menos perfecta, reglamentada, dirigida por las necesidades de la vida.

En cada uno de nosotros se ha hecho y se hace una adaptación al género de vida que hemos escogido, ó que nos ha sido impuesto; adaptación más ó menos perfecta, según las posibilidades del organismo. Porque hay muchos géneros de vida, á los cuales la adaptación es imposible. Y sin duda, los seres menos especializados, los más primitivos, los tipos más generalizados, tienen posibilidades de adaptación mucho mayores que los tipos muy especializados. Los protozoarios, por ejemplo, pueden adaptarse á más medios diferentes, que no un organismo más elevado, pero más especializado, como un pájaro ó un mamífero.

La importancia de la adaptación ha debido ser grandísima en el desenvolvimiento de cada sér, según una escuela zoológica muy autorizada que ha aceptado los puntos de vista expuestos por Wilhelm Roux. Según este biólogo, todo organismo llega á ser lo que es, merced á dos influjos diferentes: está el uno constituido por el capital de tejidos y de órganos que posee al nacer, y procede de sus ascendientes; el otro, el uso que hace de estos tejidos y órganos, el cual determina el desenvolvimiento de éstos, ó su alteración, ó la atrofia, según la abundancia y la naturaleza de la excita-

ción funcional, que es obra del individuo y también del medio. El individuo, en esta manera de ver, sería el producto de sus progenitores... y del ambiente, el cual está constituido por el medio orgánico ó inorgánico, y todas las influencias capaces de obrar directa ó indirectamente.

Mediante la excitación funcional podría explicarse la convergencia de los tipos: sería, en efecto, muy natural que en un medio único que provoca las mismas excitaciones funcionales, las adaptaciones fuesen las mismas. Siendo idéntica las necesidades, los organismos verdaderamente adaptados deben—en general—ofrecer las mismas reacciones frente á la misma acción; dar igual respuesta á la misma cuestión, presentar idéntica adaptación al mismo medio. Esto es en términos generales, pues es evidente que no se puede esperar exactamente la misma reacción de parte de organismos diferentemente contruídos, que ofrecen posibilidades diversas. Todos pueden responder lo mismo á ciertas influencias y divergir respecto á otras. Cada organismo utiliza algunas de sus posibilidades; así, por ejemplo, ante el común peligro de ser devorados por los carnívoros, los hervíboros se protegen, se adaptan, unos por su agilidad, otros por su coloración, otros por la costumbre de hacerse madrigueras ó de vivir en los árboles. Con estas reservas, es evidente que la adaptación activa ha desempeñado un papel considerable en la convergencia de los

tipos. Ved si no lo que ocurre entre los mamíferos que se han especializado en un género de vida: los minadores, los acuáticos, los trepadores, etc. La convergencia es evidente. En todos éstos se ha producido un mismo conjunto de modificaciones en todas las partes del organismo; transformaciones tanto más profundas y salientes cuanto menos predispuesto, menos preparado estuviera este organismo, por su constitución, al género de vida adoptado.

Por adaptación activa se han producido, poco á poco, los cambios que actualmente presenciamos. Como resultado final del ejercicio de ciertos órganos y de la inacción de otros, se han producido hipertrofias y atrofas. Pero no siempre directamente: muchos caracteres son de origen indirecto; se han producido por correlación, por reflexión. Pueden, por otra parte, no tener utilidad especial; en tanto que no sean nocivos, la naturaleza les deja persistir, no eliminando los individuos que los presentan. En cuanto á los caracteres directamente producidos por el ejercicio ó el desuso, su origen no es dudoso; las hermosas experiencias de Roux, de Marey, y más recientemente de Anthony, han mostrado con perfecta claridad el influjo poderoso que tienen los músculos, y su actividad sobre la forma de los huesos y aun sobre el cerebro. El desarrollo que el cerebro ha adquirido en el hombre parece que no ha sido posible hasta el momen-

to en que su antepasado, sin duda por el cambio de régimen alimenticio, ha disminuído el uso de sus poderosos músculos masticadores; no trabajando ya estos músculos con tanta intensidad, han ido disminuyendo de volumen, han cesado de comprimir el cráneo, y el cerebro ha podido, libre de toda compresión, tomar el desarrollo que hoy tiene. Esto es, al menos, lo que resulta de las experiencias de Anthony en el perro, y también de lo que se sabe hasta aquí de la morfogenia, y del papel que en ella desempeña la actividad funcional.

La segunda causa general de los cambios de estructura y de adaptación es, según ya hemos dicho, la acción del medio.

Es un hecho muy conocido que la forma y la estructura de las plantas varían enormemente, según la naturaleza del suelo, su composición, su exposición y la cantidad de humedad. Las plantas de los terrenos secos y bien soleados son pequeñas, achaparradas, pero cultivadas en terreno más húmedo adquieren más vigor, mayor desarrollo. *La Serratula tinctoria*, que es una especie muy común, se produce indistintamente en terreno seco y húmedo; pero en suelo árido, expuesta al sol, no pasa casi nunca de 10 á 20 centímetros de altura, y en suelo húmedo, por el contrario, llega con frecuencia á un metro. La achicoria vulgar, que crece normalmente en terreno ordinario, tiene hojas mucho más recortadas en terreno árido; las

tiene enteras ó casi enteras en las marismas, donde se obtiene el *Taraxacum palustre*, considerado como especie distinta del *Taraxacum deus leonis*. En terreno árido muchas plantas presentan una variación fisiológica, al igual de las plantas del desierto: las hay que adelantan su vegetación, como la *Draba vernalis*, que concluye su madurez en Abril, antes de que el calor pueda secar la planta. Otras se convierten en leñosas, como los brezos, las retamas y diversas labiadas. Otras se cubren de pelos, mientras en terrenos ordinarios no los tienen. Se trata, pues, en estos casos de modificaciones directamente impuestas por el medio, como puede verse comparando entre sí dos plantas de la misma sementera, pero que hayan brotado en medios diferentes. Se conocen ciertas especies en las que se manifiestan con intensidad todas las modificaciones producidas por la diferencia de composición de los medios en que viven. Entre estas plantas merece mención especial el *Polygonum amphibium*.

Este vegetal se produce, en efecto, bajo aspectos muy distintos.

Consideremos, en primer lugar, la planta terrestre, que crece en parajes húmedos; es la planta normal y la que se parece más á sus congéneres. Vemos en esta forma tallos erguidos, un poco abultados por cima de los nudos, con hojas lanceoladas, truncadas ó acorazonadas, con peciolo cor-

to, con pelos en las dos caras del limbo—sobre todo en el envés—en el peciolo y en la vaina.

La misma planta, cuando vive en el agua, toma caracteres totalmente distintos, propios de una planta acuática y nadadora. El tallo es mucho más largo; é igualmente los entrenudos, que son más numerosos, tienen más hojas, ó por lo menos brotan en mayor cantidad, siendo éstas efímeras, pues cada una de ellas no vive más que algunos días. Por lo cual, si bien brotan muchas, no se encuentran más que en corto número en un momento dado: de tres á cinco en cada rama, á lo sumo... Hagamos notar de paso que las hojas suben hasta la superficie, no por el crecimiento del peciolo, como en la *Nymphaea*, sino por el crecimiento del tallo. Y una vez alcanzada la superficie sigue creciendo en sentido horizontal. Las hojas tienen peciolos muy largos, el limbo reducido en la base, y carecen en absoluto de pelos.

Consideremos, por fin, la forma xerófila, que crece en las dunas. Esta tiene ramas rastreras, muy ramificadas, con nudos muy próximos y entrenudos cortos. El peciolo de las hojas es corto y éstas son pequeñas y extremadamente vellosas.

He aquí, pues, tres formas ó tipos, que presentan diferencias muy visibles. Si habitaran en regiones distintas, algo alejadas unas de otras, seguramente se hubieran hecho con ellas tres especies, siendo, sin embargo, una sola. Las diferencias pro-

vienen por completo del medio en que viven y de su acomodación al mismo. Es muy fácil demostrar esta afirmación: meted en agua una rama terrestre, y las hojas toman enseguida las características de las hojas de la forma sumergida. Ó bien que la casualidad haga que una rama sumergida crezca fuera del agua, é inmediatamente aparecerán las hojas con pelos y con todos los demás caracteres de la forma terrestre. Si á un pie xerófilo se le impone el medio acuático como en la experiencia de M. Juan Massart, en el acto perecen las hojas existentes, comienzan luego á alargarse los tallos, y de la extremidad de éstos, así como de las ramas que se forman en las yemas axilares, nacen hojas nuevas que tienen todos los caracteres de las hojas típicas acuáticas.

Ó lo que es lo mismo: que una sola forma puede, colocada en medios diferentes, dar, ó más bien tomar, las formas características de estos medios.

De un mismo pie xerófilo se cortan tres ramas, que se cultivan: una en tiesto de arena poco humedecida, esto es, en un terreno igual al de las dunas; la segunda en un tiesto sumergido en el fondo de un acuario ó en un estanque lleno de agua, y la tercera en un tiesto humedecido, pero no sumergido. La primera conserva todos los caracteres de la planta xerófila; la segunda toma los caracteres de la forma acuática; la tercera los de la planta terrestre. En menos de un mes la trasfor-

mación es completa; en menos de un mes, á contar del comienzo de la experiencia, ya no hay nada que indique la comunidad de origen de las tres plantas; se presentan tan distintas como si perteneciesen á tres descendencias que desde siglos hubieran vivido en las condiciones que solamente hace un mes se han impuesto á las tres ramas del mismo pie.

La acomodación es perfecta. Mas no sólo existe en la forma y en los caracteres exteriores; se encuentra también en la anatomía, en los menores detalles de la estructura de los tejidos.

Es un hecho muy interesante en el estudio de la adaptación del *Polygonum amphibium*, que el desenvolvimiento es, en absoluto, directo. Es decir, que en una rama xerófila, por ejemplo, que se hace acuática, los tejidos y los órganos que se crean en el nuevo medio tienen una formación por completo directa: los tejidos pasan del estado embrionario al estado adulto sin vacilación. No hay recapitulación filogenética; el influjo del medio es inmediato, y ningún recuerdo hereditario, ninguna tendencia atávica, viene á cruzarse en el camino. Esto es lo que hace particularmente interesante el caso de la planta de que tratamos. No es la esclava de su herencia; está dotada de una elasticidad especial que le permite acomodarse á los distintos medios.

El caso del *Polygonum* no es único; muchas

plantas tienen la misma aptitud y poseen en diversos grados la misma flexibilidad. En muchas algas inferiores es marcadísima esta aptitud, que desconcierta muchas veces á los sistematizadores por el polimorfismo á que da lugar. Este polimorfismo que presentan en estado natural en los diferentes lugares en donde la casualidad las arroja, lo ofrecen también en el laboratorio, donde es fácil cultivarlas á voluntad, en soluciones de caracteres físicos y químicos diferentes; donde es fácil, por consiguiente, probar con mucha exactitud que las diferencias en la forma de la planta, en sus aptitudes reproductoras, etc., son debidas á acciones químicas y físicas bien determinadas; á acciones de orden osmótico, en particular, según recientes investigaciones.

Muchas son las realizadas en el laboratorio desde hace años, relativas al influjo que ejercen las variaciones de los diferentes factores de cada localidad en los organismos elementales, para no estar seguros de que por pequeñas que sean aquellas variaciones, los efectos producidos por ellas son considerables, y para no saber exactamente—en muchos casos—á qué particularidad del medio conviene atribuir tal particularidad de estructura ó de funcionamiento, observada en los mismos organismos en estado natural. ¿Será necesario recordar las hermosas experiencias de Pierre Lesage sobre las modificaciones que la proximidad al mar impo-

ne á la anatomía de las plantas terrestres? ¿O las de Gastón Bounier sobre las modificaciones que presentan las plantas que pasan de la llanura á la montaña ó de la montaña á la llanura? ¿Será necesario recordar que estas modificaciones tienen lugar en todas las partes de las plantas, en las más ocultas cómo en las más aparentes, y que el cambio de residencia se refleja hasta en las capas celulares más profundas, actuando por los cambios de luz, de temperatura, del estado higroscópico del aire, etc., de un modo muy rápido y constante?

Nada resulta más claro de las pacientes investigaciones de Gaston Bounier, que el influjo profundo del medio sobre la estructura, y el cambio rápido de estructura bajo el influjo del cambio de medio. Y estos cambios son adaptativos; reclamados por el medio, son aprovechables y á menudo indispensables al organismo.

En el reino animal, también es evidente la adaptación. Todo el mundo conoce el hecho del cambio de posición de uno de los ojos de los peces aplanados. El lenguado, la platija, el rodaballo y otros pescados, tienen los ojos, cuando jóvenes, situados á ambos lados del cuerpo, en tanto que el animal se mantiene derecho; pero cuando comienza á echarse sobre un lado—casi siempre es el mismo, pero á veces se echa del opuesto—el ojo situado en el lado vuelto hacia el suelo se corre progresivamente hasta colocarse sobre la otra cara. La

adaptación es cierta: el ojo no serviría para nada y hasta sería un motivo de peligro si se quedara en el lado inferior, y además, la migración no se hace sino cuando el animal cambia su plano de simetría bajo el influjo de un cambio de condición, es decir, de medio individual. Se conocen muchos más ejemplos del influjo del medio, de los alimentos, de la temperatura, etc., sobre el organismo animal; varios nos los ofrecen diferentes especies de mariposas, que presentan un dimorfismo estacional, diferenciándose notablemente los individuos de una estación de los de otra por cambios de coloración. También en este caso el medio entra en juego. M. Arnold Picta ha comprobado que las orugas de *Vanessa Urticæ* y *polykhloros*, alimentados durante diez días con hojas húmedas, producen mariposas con alas salpicadas de dibujos negros muy marcados. Análogamente las crisálidas de la *Vanessa* de la Ortiga, puestas ocho días en una atmósfera saturada de humedad, dan mariposas con nerviaciones negras muy marcadas. Por el contrario, los gusanos que están expuestos á la humedad durante el período de larva, dan mariposas claras con una gran banda amarilla en el ala superior, continuada en la inferior por un triángulo más ó menos alargado. Otras muchas experiencias (Staudfuss) hacen ver que la temperatura, la luz, el estado higrométrico, etc., ejercen un influjo considerable sobre la coloración de las mariposas. Por un

descenso de temperatura, E. Fischer ha conseguido que huevos de Vanesse Antiope produzcan individuos de la variedad *Artenus*; los de la Vanesse Yo, individuos de la variedad de Fischer, y los de la Vanesse de la Ortiga, individuos muy próximos á la especie *ichnusa*.

Aun cuando no hay duda posible sobre la influencia modificadora que el medio ejerce en los organismos, se debe procurar aumentar el número de los ejemplos de este influjo mediante experiencias bien calculadas. Los seres están regidos por dos influencias principales: la herencia, que es el poder conservador tradicional, y el medio, influencia trasformadora y revolucionaria. Mientras el medio no cambia, la herencia triunfa; ninguna modificación es requerida; pero desde el momento que cambia, las modificaciones se producen, corrigiendo la tendencia hereditaria.

El hombre presenta, como los demás organismos, estas modificaciones. La adaptación existe en cada uno de nosotros, realizándose constantemente bajo el influjo del medio. Quiero hablar en particular del medio interno, de las perturbaciones que en él se producen por la enfermedad ó el accidente, y de las adaptaciones que se verifican en nuestros órganos y en nuestros tejidos, determinadas por dichas perturbaciones.

La concepción mecánica del desarrollo nos muestra el organismo elaborándose y desenvolviéndose

hasta en sus menores detalles bajo el influjo de excitaciones procedentes de los elementos ó de los órganos desenvueltos ya ó esbozados, determinando cada estado los estados consecutivos que, á su vez, se convierten en determinantes de otros estados. Sería sorprendente que en el organismo formado, todo influjo del género que ahora ocupa nuestra atención hubiese desaparecido. Tampoco el patólogo se sorprende al observar en los procedimientos empleados por el organismo para luchar con la enfermedad, un mecanismo que recuerda el que el embriólogo encuentra en el organismo que intenta constituirse, y conoce la importancia que tiene la adaptación en los procesos mórbidos, qué ayuda presta en el combate contra éstos, y cuánto importa, cuando es posible, favorecerla. ¿Se necesitan ejemplos de esta adaptación? Ved el desarrollo de la circulación colateral que, en muchos casos, viene á contrabalancear los efectos desastrosos de la obstrucción de una arteria principal y á salvar la situación llevando á los tejidos de la zona regada por dicha arteria la sangre de que por una ú otra causa estaba privada. Ved cómo en presencia de arterias cuyo calibre se reduce poniendo un obstáculo á la circulación, el corazón responde hipertrofiándose, lo cual le permite hacer frente al suplemento de trabajo requerido. Ved el riñón sano hipertrofiándose, adquiriendo mayor actividad cuando su congénere no cumple su función por

cualquier motivo. Ved las compensaciones funcionales que se establecen en el aparato tiroideo cuando una de sus partes está lesionada. Ved cómo se hipertrofia el hígado después de la resección ó alteración de una parte para cumplir todas las exigencias funcionales. Ved á la médula de los huesos cumpliendo la misión del bazo cuando éste ha sido extirpado; al intestino haciendo de estómago cuando éste último se ha debilitado; al pulmón sano adquirir más desarrollo para llenar la función que no puede cumplir el pulmón enfermo, y así sucesivamente.

Los fenómenos de adaptación forman en patología una verdadera legión, y á su existencia debe la suya todo organismo. Todo organismo ha pasado por momentos difíciles: la adaptación le ha salvado, y en este sentido puede decirse que todo organismo ha nacido varias veces.

Mucho se ha discutido la teoría de estas adaptaciones; y esta discusión, que durante largo tiempo fué filosófica ó más bien metafísica, se ha convertido en época reciente en científica y práctica.

Pasó el tiempo de las consideraciones teológicas y de la intervención de las causas finales. Las adaptaciones no son más que reacciones en cierto modo mecánicas, inevitables, resultado de la acción de excitaciones funcionales sobre los órganos y los tejidos que presentan susceptibilidades, posibilidades inherentes.

«Ninguna necesidad provoca las modificaciones designadas con el nombre de adaptaciones en la marcha de los estados patológicos, y ninguna clase de finalidad desempeña papel admisible alguno en su producción, dice Nothnagel. Ellas se producen y aparecen allí donde pueden producirse y aparecer; es decir, allí donde existe la posibilidad natural de su producción. Pero cuando estas condiciones materiales se cumplen, entonces estas adaptaciones *deben* producirse, sean ó no provechosas al individuo». Los procesos compensadores son, pues, «necesidades naturales sin finalidad». Esta manera de considerar las cosas, que se aplica igualmente á los fenómenos del desenvolvimiento de los seres, y á los de la lucha de los seres contra las causas de destrucción, seguramente no proporcionará mucha satisfacción á los espíritus que en todo pretenden encontrar una finalidad.

Pero esto es de importancia secundaria. Lo esencial es encontrar explicaciones cada vez más verdaderas y más inteligibles. Y la explicación que se ofrece nos permite, al menos, comprender que se cumplen modificaciones que no son ventajosas; que se verifican adaptaciones aparentes, que son por lo menos indiferentes, y á veces nocivas.

CAPÍTULO XII

LAS VENTAJAS DE LA DEGRADACIÓN

El progreso general de las formas de la vida, según la Paleontología.— Evolución no es necesariamente sinónima de progreso.— Los organismos que retroceden.— Regresión temporal durante el desenvolvimiento de ciertos animales.— Evolución progresiva y evolución regresiva.— La regresión existe en todos los dominios.— Regresión anatómica en el hombre.— Los órganos que desaparecen.— El porvenir de los dientes, pelos, etc.— La regresión en los gusanos parasitarios.— La regresión en los Bonellie.— Macho parásito de la hembra.— La regresión en las plantas.— La regresión en las sociedades humanas.— La tradición y el ceremonial.— Los usos que persisten sin razón de ser actual.— El progreso supone la evolución regresiva.— A todo progreso corresponde un retroceso.— Los órganos ó instituciones que han retrocedido, ¿pueden renacer?— Utilidad general de la regresión.

Hemos visto que por adaptación activa, ó bien bajo el influjo de las excitaciones de un medio nuevo, los organismos se trasforman más ó menos; pueden llegar á ser diferentes de lo que eran, y, en consecuencia, aptos para vivir en un medio más ó menos apartado del habitual.

Sabemos también por la Paleontología que si bien la vida ha comenzado por formas muy elementales, y si estas formas han persistido hasta

el día más ó menos alteradas, pero siempre elementales y siempre evidentemente ligadas á tipos definidos, es asimismo cierto que en su conjunto los tipos más elevados derivan de tipos medios, los cuales, á su vez, derivan de tipos elementales. Se ha realizado un progreso indudable en el tiempo, y los tipos más complejos y más perfeccionados—les consideramos tanto más elevados cuanto son más complejos, provistos de actividades más elevadas y diversas y mejor dotados de facultades intelectuales,—son los que han aparecido á última hora. El más elevado seguramente es de fecha muy reciente; la especie humana es geológicamente muy joven. Pero la filiación es evidente: ahí está la embriología para demostrar en el desenvolvimiento individual de los seres las reminiscencias incontrastables de su ascendencia, para proporcionar una prueba, ante la cual es preciso inclinarse, de la bajeza del origen, de la altura del punto de llegada con relación al de partida. En general, el hecho de la evolución no es dudoso, y el del progreso es asimismo cierto.

Pero los dos términos no son, sin embargo, necesariamente sinónimos. Y cualquiera que sea el agente de la trasformación, cualquiera que sea el papel de la adaptación individual, de la selección, de la herencia, es evidente que la evolución no va siempre acompañada de progreso.

Ocurre muchas veces que los organismos expe-

rimentan un retroceso en lugar de un progreso, y que este retroceso les es ventajoso. Ciertos organismos lo presentan temporalmente durante el tiempo de su desenvolvimiento individual.

Mas otras especies muy numerosas, principalmente entre las formas inferiores, menos determinadas, menos especializadas, y, por consiguiente, más plásticas, presentan esta regresión, no ya en un período de su existencia, sino durante todo el curso de ésta. La prueba de que la regresión existe, es que por una parte de su evolución individual, el sér muestra á qué categoría pertenece y lo que llegará á ser; en su embriogenia se encuentra una firma auténtica que fija su lugar y sus derechos.

La evolución de un sér—más que la de una especie ó la de una agrupación superior—no es precisamente una historia de progreso continuo; hay también retrocesos. Agréguese, además, que los términos: evolución progresiva y favorable; evolución regresiva y desfavorable, no son necesariamente sinónimos; pueden ser hasta contradictorios, porque el punto de vista adoptado al emplearlas no es el mismo: en un caso se atiende á la apreciación de los resultados; en el otro, exclusivamente á los hechos. Prescindamos del primero y tomemos en consideración únicamente los hechos.

Estos muestran que la evolución unas veces es progresiva y otras regresiva; es decir, que unas veces crea ó desenvuelve y otras suprime ó redu-

ce. No hay derecho para suponer que la evolución regresiva es perjudicial, pues en muchos casos presta evidentes servicios: los gusanos parasitarios que han perdido muchos de sus órganos y funciones que su modo especial de existencia ha hecho inútiles, no sufren de ningún modo con esta pérdida; y, en otro orden de ideas, á menudo sucede que al construir un sistema ó una institución, no se hace otra cosa que crear un error más, lo cual demuestra que la evolución creadora no es, por necesidad, bienhechora. La evolución regresiva, que puede ser favorable ó desfavorable, procede, pues, por destrucción de lo que es; y esto se observa lo mismo en los organismos individuales que en los organismos sociales.

En resumen: la evolución no es necesariamente útil y progresiva; no es necesariamente constructiva; puede ser perjudicial y puede proceder por vía de destrucción. La evolución regresiva es un aspecto del hecho general de la evolución. Sobre este punto, tres sabios belgas, MM. J. De-moor, J. Massart y E. Vandervelde, han hecho observaciones muy curiosas, de orden zoológico, de orden botánico y también de orden sociológico, que han consignado en su obra sobre la *Evolution régressive en Biologie et en Sociologie*.

El primer hecho que debemos señalar es la universalidad de la regresión, hecho que no causará ningún género de sorpresa, si se considera que el

progreso implica las más de las veces algún grado de retroceso. Para crear es preciso, generalmente, destruir algo que existía antes; para transformar es necesario eliminar ciertos elementos anteriores, y tanto en los animales como en las plantas, es raro que una parte se desenvuelva sin que otra se atrofie en cierta medida. Progreso y retroceso—en el estricto sentido de creación ó desenvolvimiento, opuestos á atrofía ó disminución, sin tener en cuenta el carácter útil ó perjudicial de estos cambios,—se enlazan, se encadenan y se penetran mutuamente de un modo casi inextricable: el uno implica el otro casi necesariamente.

La regresión se observa, pues, en todas las esferas. Y en este sentido el hombre no forma una excepción: existe en él como en los demás animales. Algunos ejemplos muy conocidos bastarán para demostrarlo. Si es verdad que el hombre es pariente del mono, según parecen demostrar los hechos recogidos por la antropología prehistórica, las particularidades de su estructura presente y, finalmente, las consideraciones á que se presta la moralidad del bípedo humano no *policiado* todavía—y aun después de siglos de cristianismo y civilización—; si es cierto que nuestro común antepasado, el fundador de la dinastía, no ha sido en su tiempo, según la frase de About, sino «un subalterno de porvenir en el gran ejército de los monos», debemos encontrar en nuestra especie nu-

merosas regresiones, porque al fin no somos ni chimpancés, ni babúes. Los retrocesos existen, y algunos son molestos. «El sistema piloso del hombre no es perfecto, ni mucho menos», suele decirse. Probablemente hubo un tiempo en que los hombres estaban cubiertos de pelo; no nos quedan más que vestigios, circunstancia que constituye la fortuna de los fabricantes de paños, del zapatero y del sastre, y al mismo tiempo contribuye al empobrecimiento de cada uno. Si alguien descubriera el modo de recobrar esta piel peluda, que nos emanciparía del sastre y del zapatero, y nos permitiría guardar las leyes del pudor y protegería eficazmente nuestro cuerpo contra la inclemencia del invierno, sería bendecido eternamente por las generaciones humanas.

Menos sensible es, seguramente, la pérdida de las costillas cervicales que se observa en el hombre y en los vertebrados superiores comparados con los vertebrados inferiores. Estas costillas, muy desenvueltas en las serpientes y en los cocodrilos, para nada nos servirían.

La última muela, llamada del juicio—sin duda porque aparece tarde ó porque muchas veces no sale,—es un órgano que está en camino de regresión evidente; y los que tienen el dolor de sentirla emerger en la encía, tendrán algún placer pensando que sus descendientes no pasarán por esta prueba é ignorarán el ridículo que va unido á esta ma-

nifestación tardía de la infancia. El hombre ha perdido también su cola. Sus antepasados estaban provistos de este útil apéndice; actualmente se ha reducido al coxis, algo así como un conato de cola, pequeña, oculta debajo de la piel. También sus antepasados poseían un ojo pineal, que ha desaparecido hace mucho tiempo, dejando en su lugar una glandulita sin objeto bien determinado, sin función conocida. Ha perdido una parte de sus intestinos, y todo lo que queda de ellos es ese pequeño apéndice cecal, útil solamente á los cirujanos que le extirpan con diligencia en los casos de apendicitis. Si bien es verdad que el hombre ha perdido los pelos, en cambio no ha perdido este apéndice cecal, con lo cual la naturaleza ha cometido un doble error.

Pasemos adelante, pues la lista de hechos es interminable. Es preciso, sin embargo, señalar los ejemplos curiosos de regresión que se observan en muchos animales inferiores. He hablado ya de la *Tenia*. Forma parte del grupo de los Cestodos, gusanos que, en su mayoría, viven libremente, con independencia y fiereza, si puedo expresarme así, y ganando su subsistencia con el sudor de su frente—lo cual también es una metáfora algo atrevida.—Entre ellos, los hay que degeneran. Se refugian en el parasitismo más vil para evitarse los cuidados cotidianos, instalándose en el intestino del hombre y de ciertos animales que ellos eligen.

¿Pero á qué precio pagan esta tranquilidad de espíritu? Pierden sus apéndices y renuncian á los cambios voluntarios de lugar; pierden el tubo digestivo, y no conocen los goces del paladar, porque se alimentan por la piel; su sistema nervioso se atrofia, casi ha desaparecido totalmente, y es dudoso que tengan conciencia de su felicidad. Son, cuando más, unos sacos de huevos. La regresión ha sido profunda.

Todavía se manifiesta ésta de una manera muy señalada—pues los dos términos de comparación se observan uno al lado del otro—en varias especies de invertebrados, en los cuales el macho, indigno de su nombre, evita el enojo de la lucha por la existencia buscando un refugio en el interior de la hembra. Es la infamia más baja, la abyección más completa. En lugar de vivir una vida independiente, y ganar su sustento por la fuerza, la perseverancia y la astucia como hace la hembra, se instala como un parásito sobre ésta. En el bonellie, gusano muy conocido que vive en el mar, y que se señala particularmente á nuestra atención por su trompa y su coloración verde, el macho se instala en la trompa, ó bien en el exófago ó también en las proximidades del riñón de su compañera. Es ésta grande, alargada y de hermosa apariencia; él, pequeño y aplastado; su tubo digestivo está cerrado por las dos extremidades, lo cual es un modo decoroso de expresar la imposibilidad en que se en-

cuentra de comer ó de evacuar; carece de sistema circulatorio. Permanece en la fase de larva y no difiere de ésta sino en un solo punto: es apto para la reproducción; será esposo, después padre, y mientras las hijas continuarán la tradición materna, los hijos se conformarán con la bajeza del progenitor. Aquí pueden seguirse paso á paso los fenómenos de regresión, puesto que los huevos que dan machos y hembras son semejantes, y también las larvas, y solo á partir del momento en que las larvas machos se hacen parasitarias, comienzan á degradarse, mientras las hembras se desenvuelven y progresan: se observa, pues, uno al lado del otro, el individuo normal y el individuo que sufrió la regresión. Análogos hechos se notan en los rotíferos, y proporcionan excelentes ejemplos; las diferencias son únicamente de grado, y la mayor parte de los sistemas en el macho parasitario sufren una atrofia evidente. Todo en él se reduce, todo degenera ó más bien no se desarrolla, excepto sus atributos especiales y su aptitud para procrear. Es un saco reproductor, y nada más; y la especialización llega en estos casos á los límites extremos compatibles con la vida.

Otro tanto ocurre con frecuencia en los vegetales, y aun en este caso, la regresión presenta la característica de ser muchas veces demasiado completa para que se la pueda advertir. Los órganos reducidos, atrofiados, á consecuencia de la regre-

sión, son más raros en los vegetales: la desaparición total es más común que la atrofia parcial. Sabido es que la mayor parte de los rosales tienen espinas; pero existen también sin espinas; es muy raro encontrarlos con las espinas rudimentarias; ó existen bien desenvueltas, ó faltan por completo. Exactamente lo mismo ocurre con el cardo cultivado; hay una variedad inerme, totalmente privada de espinas; pero entre esta forma y la forma provista de espinas, no hay término medio.

Ciertas plantas presentan, sin embargo, órganos atrofiados, órganos que han sufrido la regresión. Hay especies en que las flores son unisexuales, masculinas ó femeninas exclusivamente, cuando sus antepasados tenían flores hermafroditas. En un mismo pie de *Silene maritima*, por ejemplo, encontraremos flores femeninas con los estambres y anteras reducidas, flores masculinas con el órgano femenino reducido y, por fin, flores hermafroditas bien constituidas. El mismo fenómeno se observa en el espárrago y en la valeriana; pero, en esta última, la atrofia es tan completa que no queda rastro de los órganos víctimas de la regresión. En la anagálida de los pájaros la corola es muy reducida, casi llega á faltar en las flores de invierno.

Por último, la regresión se observa en las sociedades humanas de un modo evidente. Se demuestra por diversas supervivencias de costumbres, de leyes, de usos, de instituciones, que continúan exis-

tiendo por respeto á la tradición, aun cuando no tengan objeto ni utilidad. El ceremonial usual, muchas fórmulas, costumbres, juegos, no son más que supervivencias que se explican de varios modos; por el hecho de ser hombre un *animal de costumbre*, según ha dicho Bagehot, que ama la rutina, la repetición, la marcha habitual; que es ardiente misoneísta y tiene cariño por las cosas reglamentadas y regulares, sin imprevistos; que está formado de la madera del funcionario, es decir, del sér que cumple de una manera igual una necesidad siempre idéntica, en horas y lugares que nunca varían. ¿No era Chateaubriand quien decía: «Si yo tuviera todavía la debilidad de creer en la felicidad, la buscaría en la costumbre?» El amor de la tradición, de la costumbre es, pues, la causa de las numerosas supervivencias que se observan en las sociedades.

Entre éstas, citemos los saludos. En sus *Ensayos sobre el progreso*, Herbert Spencer ha discutido tan completamente esta cuestión que no es posible añadir nada nuevo. En muchos países civilizados, en los campos apartados sobre todo, persisten muchos usos, que son restos del paganismo, y cien—por no decir mil—prácticas supersticiosas entre los paisanos; entre los marineros de Francia y de Inglaterra son supervivencias de ritos prereligiosos. ¡Hasta en las costumbres que se relacionan con la tan decantada institución del matrimonio, conservamos

vestigios de ritos que han desaparecido! Se encuentran vestigios del raptó en Bulgaria y en Ucrania; ciertos juegos de Bretaña y de Bélgica, que se hacen con motivo del matrimonio, recuerdan el uso antiguo, el de los buenos tiempos antiguos, cuando el hombre que quería tomar mujer, iba á cogerla y se la llevaba consigo—á su gruta ó á su árbol—sin otra ceremonia. El uso moderno de la dote se refiere muy claramente al *wergeld*, precio de compra pagado por el novio á la familia de la novia, cuando ya el progreso de la civilización enseñó á los hombres que es más honroso comprar una esposa—como un buey ó una manta—que no arrebatarla por la fuerza. Los matrimonios de Gretna-Green, donde bastaba declarar por escrito que recíprocamente se tomaban por marido y mujer, no eran más que una supervivencia del antiguo matrimonio por simple consentimiento. Todavía subsisten, particularmente en Inglaterra, muchas funciones é instituciones de origen feudal, sin más utilidad real que proporcionar sinecuras, sin contar las rarezas que resultan de la superposición y fusión de las leyes; así, por ejemplo, según ha hecho notar M. Bagehot, si conviniera á los Lores y á los Comunes firmar la condenación del rey de Inglaterra, sería preciso, para guardar las formas, que éste autorizase con su firma el decreto de ejecución. ¿Para qué sirven los sheriffs ingleses? Para nada: «Aun cuando yo mismo soy sheriff no sé absoluta-

mente nada de lo que pueden ser sus funciones», decía uno de ellos. ¿Por qué la diócesis Cambrai comprende parte de Bélgica? ¿Cómo existe todavía el derecho de primogenitura en Artois para las particiones de las huertas? Supervivencia. Supervivencia es también la ceremonia que el 13 de Julio practican los habitantes de Baretons y de Ronceval; supervivencia el empleo de las fórmulas tradicionales—en antiguo francés—por las cuales la reina de Inglaterra aprueba las actas del Parlamento. Supervivencia también, tan antigua que remonta á la edad prehistórica, es el sacrificio de un animal en las Ardenas (cerca de Florenville) y en una parte del Luxemburgo, para bendecir un camino nuevo, ó hacer fecundo un campo. Los hechos de esta naturaleza que pudiéramos indicar formarían una lista interminable.

Es, pues, la regresión un hecho general. Sin duda presenta grados variables; pero se manifiesta tanto en las sociedades como en los organismos, y puesto que existe, es preciso considerarla como una ley natural. Cuando menos, se explicaría difícilmente la evolución progresiva sin la evolución regresiva. No se concibe bien cómo un arquitecto podría transformar una casa sin destruir parte de ella; y en la naturaleza tampoco un órgano útil puede desenvolverse sin que otras partes menos útiles retrograden más ó menos. ¿Queréis lograr ganado lechero? Lo obtendréis por selec-

ción, pero se reducirán sus cualidades como reses de matadero. ¿Queréis un caballo de tiro? Pues será á expensas de la velocidad. Si queréis que el carnero ponga carne, sacrificad la lana. Y así sucesivamente. ¿Queréis transformar una institución? Pues no tendréis otro remedio que reducir, por lo mismo, ciertas partes que hacen mal lo que queréis que sea mejor.

La evolución regresiva no es creadora: es puramente destructiva; elimina lo inútil, lo que no tiene razón de ser, ó para hablar con más exactitud y no atribuirle funciones de agente consciente, es la eliminación de las inutilidades.

Cabe preguntar si su obra es definitiva. En otros términos: un órgano ó una institución desaparecidas, ¿pueden reaparecer?

Por de pronto, eliminemos los casos en que por atavismo, es decir, por destrucción insuficiente, un órgano reaparece ocasionalmente. Hay pelargonios que tienen dos círculos de estambres, como sus antepasados, cuando ordinariamente no tienen más que uno; pero en estos casos los jardineros han producido una selección artificial. El caballo presenta anomalías en los dedos que recuerdan á sus antepasados, por más que esto sea excepcional. Como lo es también la hipertricosis, es decir, la producción en el hombre de la piel, de cuya pérdida me lamentaba anteriormente. Pero dejando á un lado las excepciones—que merecen

este nombre por su extremada rareza,—es cierto que los órganos que han desaparecido no vuelven á presentarse jamás; por lo menos no podrían volver á adquirir importancia, á no ser en condiciones experimentales y gracias al concurso de la selección artificial.

Otro tanto ocurre con los órganos reducidos, en los cuales la obra de regresión ha sido menor. En el campo sociológico, la imposibilidad de la resurrección de las instituciones desaparecidas ó atrofiadas no es tan evidente. La historia se repite, se ha dicho muchas veces, y de hecho se ven reaparecer instituciones antiguas en una cierta medida. El mar era libre en un principio, propiedad indivisa de los poseedores del litoral; después se le ha hecho propiedad exclusiva de éstos, y actualmente se tiende á volver á la antigua indivisión. La reversión más importante parece ser el restablecimiento de las antiguas corporaciones bajo forma de sindicatos ó de uniones de este género. Pero las instituciones antiguas no resucitan íntegramente, vuelven á presentarse más bien bajo una forma modificada.

Se ha pensado algunas veces que ciertos órganos reducidos y desaparecidos pueden reaparecer para verificar una nueva función. En este caso no serían ya los mismos órganos; pero no existen ejemplos precisos que citar en apoyo de esta opinión.

De todo esto se concluye que lo que ha muerto

está bien muerto. Lo que ha existido, ya no es y no puede reaparecer; el pasado ya no se resucita. ¿Y cómo se podría volverlo á la vida? Todo se relaciona, todo se encadena; todas las cosas existentes están conexas y resultan las unas de las otras. Para hacer que un órgano, una institución reaparezcan, sería preciso que todas las cosas volvieran hacia atrás, sería precisa la reaparición de las condiciones exactas en que se encontraba el organismo, en que se encontraba la sociedad; se necesitaría destruir primero mil elementos que se han producido después, borrar de ellos toda huella; en una palabra, se necesitaría lo imposible. Esta necesidad de la reconstitución integral del medio es la que se opone á la resurrección de las instituciones pasadas y á la reproducción de los órganos reducidos. No hay para qué preguntarse si hay en esto motivo de pena ó de regocijo; de nada servirían los lamentos. Pero resulta evidente que la evolución no es necesariamente progresiva y creadora, que con frecuencia es también destructora y que por supresión presta tantos servicios como por creación.¶

CAPÍTULO XIII

CÓMO EL HOMBRE PERVIERTE LA NATURALEZA

La crianza y el perfeccionamiento de las razas animales domésticas.—¿Qué es el «perfeccionamiento»?—El punto de vista de los animales y el punto de vista del recriador.—Los fines de la especie y los fines del hombre.—Algunos ejemplos.—La mejora de la raza caballar.—El caballo de carreras.—La osteítis de fatiga.—La muerte de Holocausto.—El caballo de carreras en estado natural.—El carnero.—Las razas sin cuernos.—Las razas sin orejas.—El color del carnero.—Lo que llegarían á ser las razas perfeccionadas si se las dejara en libertad.—El buey mejorado.—Las razas sin cuernos.—«El desarme general».—El puerco: sus modificaciones.—Las gallinas y los patos que ya no pueden volar.—Las orejas del conejo.—Influjo general de la domesticidad y de la crianza.—Precoz cesación del crecimiento.—Disminución relativa de la osamenta.—Influencia nefanda de la domesticidad sobre el cerebro.—Los animales mejorados son creaciones artificiales, monstruos incapaces de vivir en libertad.—Las razas vegetales mejoradas.—Su importancia.—Lo que serían abandonadas á sí mismas.

Acabamos de ver que los organismos pueden, en su evolución, seguir un camino retrógrado y presentar, por tanto, regresión en lugar de progreso. Esta regresión es obra de las circunstancias y del medio; el hombre no toma parte en ella. Conviene considerar ahora la obra del hombre. Todo el mundo sabe cómo se verifica; animales y plantas presentan constantemente pequeñas varia-

ciones; ahora bien: si se hace la selección de los individuos que presentan una misma variación, se obtiene por reproducción una primogenitura en la que esta variación es más frecuente y más intensa, y así es como se han constituido las razas animales y vegetales que el hombre utiliza.

Muéstrase éste orgullosísimo de tales creaciones, promoviendo no escaso ruido y haciendo observar hasta qué punto ha perfeccionado la obra de la naturaleza. Hay también un contraste llamativo entre el propósito de los criadores que presentan aves y cuadrúpedos cada vez más «mejorados», y los del moralista y del médico, que muestran á los bípedos racionales presa de una degeneración creciente producida por el alcoholismo, la neurastenia, con veinte enfermedades más, y por un modo de vivir contrario á todas las leyes de la higiene. Podría fácilmente creerse que ha llegado la hora en que los animales y los hombres van á cambiar de lugar, tomando los primeros la dirección de los negocios que conciernen á los segundos.

En estas condiciones, quizá no sea inútil buscar en qué consisten este perfeccionamiento y esta mejora de las razas animales domésticas, que el hombre persigue desde los comienzos de la civilización, y que se han hecho más precisos y más fáciles últimamente, gracias á los progresos de los conocimientos zootécnicos, aumentando y haciendo más

variados nuestros recursos; no será superfluo descubrir en qué hemos podido nosotros mejorar la obra de la naturaleza.

Y ante todo, ¿qué es lo que puede constituir la mejora de un animal? En general, ¿no consistirá sencillamente en una mejor adaptación á sus fines y al medio en que él vive? ¿No será este animal, así mejorado, el que mejor y más fácilmente cumpla sus funciones, ya sean individuales mediante las cuales conserva y prolonga su existencia, ó bien sean funciones específicas, por las cuales asegura mejor la propagación y la extensión de su especie? Sin duda, hay perfeccionamiento en el animal que adquiere la capacidad de variar su régimen alimenticio, de tal modo que si le falta tal clase de yerba—siendo un herbívoro—puede reemplazarla por otra; ó si vive en el mar, en el litoral, adquiere poco á poco la facultad de vivir en las salinas ó en el animal inerte que adquiere armas ofensivas, que le permiten hacer frente á ciertos enemigos ó perseguir nuevas presas y, por último, en el animal que trasportado á un medio nuevo logra, por tales ó cuales modificaciones orgánicas, vivir en él, mientras que perecen la mayor parte de sus congéneres.

Seguramente hay una mejora del animal, útil al animal mismo, en los casos que hemos mencionado. Pero puede también producirse una mejora del animal relativamente á las cualidades utilizables

por el hombre, sean ó no favorables al animal mismo, y ésta es la única que interesa á los ganaderos.

El animal perfeccionado de los ganaderos no es el animal que en estado natural estaría mejor provisto para la lucha ó la defensa, es decir, para la resistencia; es el que sirve mejor, no ya los fines de su especie, sino los propósitos del hombre; es el que presta mayores servicios á este último. Y como generalmente hay un completo antagonismo entre los fines del animal y los del hombre, resulta que el animal más perfeccionado, bajo el punto de vista de su utilidad, es el más deficiente bajo el punto de vista del animal mismo. Los caracteres que el hombre desenvuelve en el animal son, no solamente inútiles, sino perjudiciales á este último. El criterio antropocéntrico de los ganaderos considera al animal no solamente en sí, sino principalmente bajo el punto de vista de los servicios que presta al hombre.

Lo que ellos llaman «mejoras del animal», es hacerlo más útil al hombre, ó más atractivo á sus ojos; no es adaptarle mejor á su medio natural, sino á un medio artificial; no es ponerle en condiciones de cumplir mejor los fines de su especie, sino hacerlo más apropiado á las necesidades ó á la fantasía del hombre.

Y no solamente no hay verdadera mejora para el animal, sino que hay degeneración. És decir,

que en estado natural, el animal perfeccionado se encontraría y se encuentra en condiciones de notoria inferioridad con relación á sus congéneres, cuya independendencia ha respetado el hombre.

Y esto se explica porque el hombre, para mejorar á los animales, les somete á condiciones artificiales que les sustraen á las necesidades de la lucha por la existencia y que modifican su estructura.

Algunos ejemplos pondrán en claro la exactitud de esta afirmación.

Consideremos el caballo; este cuadrúpedo, objeto de la solicitud perseverante de tantas sociedades y particulares, y en cuya suerte y mejora tantos hombres serios gastan un tiempo y una atención extraordinarias, puesto que, abandonando sus ocupaciones, se apresuran á concurrir regularmente á las carreras del hipódromo; consideremos al caballo, animal extraordinariamente mejorado—con detrimento del hombre, dicen algunas gentes meticolosas—pero duramente tratado, mal alimentado, extenuado por un trabajo que muy bien pudiera calificarse de super-caballar, embrutecido por hombres todavía más brutales que el mismo bruto; consideremos el caballo—que andando el tiempo será sustituido por el automóvil, con ventaja para el animal,—y veamos en qué consiste su decantada mejora.

El caballo es seguramente el animal doméstico

más rápido de que puede servirse el hombre. Desde hace un siglo que los hipódromos funcionan con regularidad, la velocidad se ha ido aumentando sin cesar y, por lo que se refiere á la rapidez de movimientos en las carreras de pura velocidad, hay, sin duda, un notable perfeccionamiento.

Pero, se dirá: ¿este perfeccionamiento tan útil al hombre significa realmente un perfeccionamiento del animal? ¿Abandonado al estado natural el caballo de carrera, se hallaría, por su ligereza, en mejor situación frente á sus enemigos? ¿No tendría ventaja alguna sobre sus congéneres menos ágiles? ¿No poseería un medio de defensa más perfeccionado que ellos?

Así parece; pero no es más que en apariencia. Pues es preciso entender bien que en todo organismo hay un presupuesto fijo: lo que se gasta de más por un lado debe economizarse por otro; y á toda adquisición en un sentido, corresponde una pérdida en otro. Esta ligereza, esta agilidad, no son posibles sino al precio de modificaciones sucesivas, no solamente en el esqueleto del caballo, sino, por virtud de las leyes de correlación y de balance, en muchas otras partes de su organismo. No consideramos, sin embargo, para simplificar el problema, más que las modificaciones del esqueleto. Son éstas muy aparentes. Se sabe que bajo el influjo de la velocidad creciente exigida al caballo en una edad cada vez más precoz, el esqueleto se

«solipediza» más y más, sobre todo, al nivel del canon y del tarso, y su constitución se modifica profundamente en el animal de carreras y en sus descendientes. La modificación es debida á lo que los inteligentes llaman la osteitis de fatiga: una inflamación de tejido óseo, producida por el exceso de actividad, y uno de sus efectos consiste en la rarefacción de este tejido. Bajo el influjo de la osteitis de fatiga, el hueso se hace más hueco, más vacío; contiene menos tejido. Por tanto, pierde solidez y se hace más frágil. Y entonces, ¿qué ocurre? El ejemplo de *Holocausto* está bien patente para mostrarlo: *Holocausto*, en el cual se habían fundado, con justicia, tantas esperanzas, que cae derribado sobre el campo de carreras con la ranilla rota, de suerte que en el mismo sitio en que se esperaba que el pobre animal alcanzaría el triunfo, hubo que sacrificarle á los pocos minutos. En este caballo, admirablemente formado para la carrera, la osteitis de fatiga había rarificado hasta tal punto el tejido óseo de las piernas, que pudiera decirse que por sí solo se rompió. Además, se conocen otros hechos de este género; animales que se rompen la ranilla ú otros huesos, no ya al correr, sino andando al paso. Y en el hombre se presenta también la osteitis de la fatiga: el «pie forzado» de los soldados de infantería es debido muchas veces á esta osteitis; y el hombre, sin razón exterior apa-

rente, se rompe un metatarsiano del mismo modo que *Holocausto* su ranilla.

Por consiguiente, no se puede decir que la mejora del caballo sea real; si se dejara en libertad el caballo de carreras, no encontraría en su mayor velocidad una defensa más segura contra sus enemigos, y es muy probable que en campo abierto, no preparado, tropezaría á la primera acometida y se rompería algún miembro. Tonatt, en su célebre trabajo sobre el caballo inglés, hizo notar que el caballo de carrera, á medida que ha ganado en velocidad, ha perdido en endurecimiento. «La velocidad fué llevada á un grado extremo que jamás pudo soñarse; pero el fondo, la fuerza de resistencia para la fatiga, el endurecimiento, fueron increíblemente disminuídos. No se tardó mucho en obtener la prueba. Estos caballos de nueva creación no pudieron recorrer la distancia que sus predecesores franqueaban con tanta facilidad. Las pruebas largas pasaron de moda; se las calificó, con demasiada verdad, de duras y de crueles, y fué forzoso reducir á la mitad las distancias consagradas á las pruebas ordinarias.»

En una palabra, el caballo de carreras es un animal artificial y degenerado, en razón de su especialización extrema, y esta misma especialización no es útil—al hombre ó al animal—sino en condiciones muy artificiales y restringidas. Y esto es lo que se llama mejora...

Pasemos al carnero. Sin duda esta especie ha sido muy trabajada en varios sentidos. En ciertas regiones se le ha empujado hacia la producción de la carne; en otras se le ha exigido un aumento en la producción de la lana ó de la leche. Es indudable que todas estas especializaciones son muy útiles al hombre, pero no reportan ninguna ventaja al animal; esto es evidente, y no hay para qué detenerse en demostrarlo. Pero al mismo tiempo que el hombre, aprovechando tendencias naturales acentuadas por la selección, el régimen, etc., ha creado razas que no se habrían constituido naturalmente, ha introducido también, por los mismos procedimientos, modificaciones desastrosas para la especie y también para el individuo.

Ha creado, por ejemplo, razas de carneros sin cuernos. Tales son la raza merina dishley, la mayor parte de las razas ovinas chinas y gran número de otras europeas y extranjeras, los southdowns, etcétera. Ocurre á veces que por atavismo se presentan los cuernos en individuos pertenecientes á estas variedades; pero como se seleccionan siempre los reproductores atendiendo á la eliminación de los cuernos, estas razas conservan su particularidad. Además, según Darwin ha demostrado, en los southdowns, y también en otras variedades, los cuernos que se presentan son pequeños generalmente y no se desarrollan. Casi siempre están fijos solamente á la piel, se mueven y acaban por caerse.

Evidentemente, es ventajoso para el hombre tener carneros sin cuernos; se les maneja mejor y se evita el que hieran á sus congéneres; por otra parte, lo que el organismo gastaba en fabricar los cuernos puede emplearse en alguna otra cosa más útil al hombre: lana, grasa, etc.

Pero, ¿no es evidente que una raza de carneros, completamente desprovistos de cuernos, está en condiciones de notoria inferioridad en el momento en que se vea libre del hombre y vuelva al estado natural? ¿No es cierto que les faltaría su medio de defensa?

Han llegado los criadores de carneros á obtener razas que, no solamente están privadas de cuernos, sino también de orejas. Tal es el caso de la variedad *Tung-Ti* de los chinos, de la cual fueron introducidos hace varios años algunos individuos, llegando á constituirse en Seine-et-Marne un rebaño de unas 1.800 cabezas, que ha desaparecido, pues la explotación de la lana, aun cuando era fina, no dió resultados satisfactorios.

Es evidente que en estado de domesticidad, rodeado de perros, de guardianes ó de barreras que le protejan contra el lobo y demás merodeadores, no tiene gran necesidad de orejas, no necesita estar alerta incesantemente para analizar mejor un ruido, para informarse sobre la posible presencia de algún carnicero en las cercanías; pero en estado libre esta falta tendría que producir desastrosos

efectos: la raza, disminuída, llegaría á desaparecer muy pronto.

Otro hecho relativo también al carnero: se trata del color. El carnero salvaje probablemente era negro sucio ó moreno. Desde los comienzos de su domesticidad, sin embargo, los carneros blancos fueron más particularmente buscados, y esta tendencia se ha acentuado cada vez más; la lana blanca es preferida á la lana de color. De aquí resulta el marcado predominio de las razas blancas, en las cuales de vez en cuando se ve aparecer algún individuo negro; esto sucede en los southdowns, por ejemplo; en los leicester y en los norfolk también.

Ahora bien, es cierto que el color blanco no sería beneficioso á los carneros en estado salvaje. La naturaleza no produce los animales blancos en general, sino en medios blancos, en los países de la nieve; allí les es útil este color y sirve para ocultarles. En los animales no polares el blanco y el claro casi no existen sino en la región ventral, que ordinariamente no se ve y que el sol no curte; el lomo es de un tinte más ó menos oscuro y terroso. Los corderos domésticos, abandonados al estado salvaje, se encontrarían, pues, por su color, en condición de notable inferioridad; sus enemigos los distinguirían más fácilmente, y el libre juego de las fuerzas naturales tendería, ciertamente, á eliminar el vellón blanco y á favorecer la

supervivencia de individuos de lana oscura para volver al tipo original. También aquí la selección que acompaña siempre á la domesticidad ha creado razas que pueden ser beneficiosas para el hombre, pero cuyo carácter es desfavorable á la especie y al individuo; no hay perfeccionamiento en lo que al interés del animal concierne.

Hablemos de la raza bovina.

También en ella el perfeccionamiento ha sido desastroso para la especie si tuviera que vivir libre de la tutela del hombre. Sin duda, atendiendo á los intereses de este último, la mejora no es dudosa; ved si no á qué precio los criadores pagan y hacen pagar por sus productos selectos, como *Duchess of Geneva*, de la raza Durham, que se vendió por 210.000 francos.

Ved también el rendimiento medio del ganado moderno. En Inglaterra el buey tiene, por término medio, hoy día, á la misma edad, tres veces el peso que presentaba en el siglo XIV; y en Francia, en ochenta años, de 1808 á 1888, el peso medio del limasin ha aumentado más del doble, pasando de 300 á 700 kilogramos. Mas, ¿qué ventajas saca de esto el animal? Supongamos que estos toneles ambulantes de carne tengan una cierta estética para el carnicero y para el ganadero; pero, en estado natural, semejantes formas serían destruídas rápidamente ó tendrían que transformarse. Podría decirse lo que cierta madre ansiosa repetía á

los miembros de la Comisión de reconocimiento, ante la cual tenía que presentarse el hijo alistado para el servicio militar: — «Pero, señores, mirad á este pobre muchacho: está tan gordo que es imposible que pueda salvarse...» Los admirables durham sucumbirían pronto frente á sus enemigos. Y notad que todavía no están contentos los ganaderos: el buey destinado al matadero tiene, á sus ojos, demasiadas patas; «el ideal sería, como decía Cornevin, empujarle más hacia el parasitismo, hasta reducirle únicamente al tronco...» Ciertos cerdos no están lejos de esta condición «ideal», como, por ejemplo, los yorkshire de la variedad pequeña. Al mismo tiempo que se les obliga á una fabricación excesiva de carne, permaneciendo el esqueleto relativamente débil, el criador ha logrado despojar á buen número de razas de ganado vacuno de su único instrumento de defensa. Hay varias razas que no tienen cuernos: los galloway, los augus, los norfolk, los suffolk. Y si estas razas mejoradas no se han extendido en Francia, no es suya la culpa. Hace ya varios años un filántropo francés, M. Dutrône—preludiando las tentativas más recientes que concernían, no al ganado vacuno, sino á las naciones,—había soñado con el «desarme general» de las razas bovinas. Trajo á su posesión de Sarlabot, en Normandía, un toro de la raza suffolk, á quien ofreció un numeroso harem de vacas normandas para no con-

servar más que los productos que nacieran con la característica paterna; sin embargo, esta raza inermes, que lleva también el nombre de raza sarlabot, no parece que se ha extendido.

Sin duda, que para el hombre hay ventaja en que el ganado vacuno doméstico esté desprovisto de cuernos. Su trato es menos peligroso. ¿Pero qué sería de las razas inermes en el estado natural? Bien se puede ver que si por acaso nacen algunas reses sin cuernos en estado natural, nunca han logrado constituir un tronco de donde haya salido una raza inermes en estado salvaje. Y, ciertamente, allí donde el ganado vacuno tenga que vivir rodeado de animales carniceros, los individuos, y aun las razas inermes, desaparecerán rápidamente. Por consiguiente, si bien es verdad que la supresión de los cuernos constituye una mejora bajo el punto de vista de las ventajas que ofrece al hombre, sería una evidente desventaja para el animal, si éste se emancipara de su estado de domesticidad para vivir en estado salvaje.

Lo mismo puede decirse de las razas de cabras desarmadas, que se encuentran por todas partes, en el Pointon, por ejemplo. La cabra es un animal valeroso,—«la cabra de M. Seguin» no es una excepción,—pero su valor para nada le sirve si se encuentra privada de sus armas; esto es evidente.

Consideremos el cerdo, el «animal rey, ángel querido», de Monselet. Nos encontraremos en este

caso con un animal á quien la «mejora» ha maltratado sin miramientos.

En estado salvaje está vestido, posee un traje que le protege del frío; civilizado, pierde la mayor parte de sus cerdas, y anda casi desnudo. Además, cuando vive libre, como tiene que ganarse su vida, está armado: sus defensas están bien desenvueltas; poco á poco se atrofian casi totalmente en el cerdo esclavizado. No cabe duda que esta atrofia le conviene al hombre; pero no constituye, sin embargo, ventaja ninguna para el cerdo. El cráneo sufre también profundas modificaciones. La cabeza se acorta. Como el animal doméstico no tiene que hozar la tierra para obtener su ruin comida, los músculos poderosos de la parte posterior de la cabeza se atrofian. Los intestinos se alargan mucho, y, por el contrario, los pulmones y el hígado se reducen. Este último hecho es importante: ¿no es evidente que el animal doméstico, vuelto salvaje, tendrá menos aliento y resistencia respiratoria para las carreras largas, de las que quizá depende su vida, y para los esfuerzos vigorosos? Y la atrofia del hígado—este laboratorio en donde se elabora el glicógeno, fuente de toda fuerza muscular—¿no colocará también al pobre animal en una condición de inferioridad absoluta? Todas estas modificaciones son forzadas, lógicas, naturales; el género de vida artificial del animal doméstico repercute en todo su organismo fatalmente; pero todas ellas se-

rán desastrosas el día en que el hombre deje de protegerle.

Y en las gallinas, las palomas, los conejos, los patos, ¡cuántas modificaciones desventajosas para estos animales no se han llevado á cabo! ¡Cuántas razas de palomas no son sino puras monstruosidades, incapaces de vivir ni una semana siquiera fuera de la tutela del hombre! ¡Qué cruel contrariedad para el conejo, que sus orejas caídas, inertes, no puedan levantarse y apuntar á izquierda ó derecha, investigando la dirección ó la existencia de un ruido sospechoso, el rumor de un zorro que se aproxima! ¡Qué desventaja para tantas gallinas tener las alas á tal punto atrofiadas que no puedan resistir un vuelo de pocos metros! ¡Qué inferioridad también para las gallinas de diferentes razas moñudas con cráneos deformados que influyan sobre el cerebro y la inteligencia del animal, cráneos perforados que, al menor golpe, ponen en peligro su existencia! Aun los gusanos de seda muestran los perniciosos efectos de la domesticidad: las hembras no pueden volar; sus alas se han reducido, atrofiado; no tienen más que la tercera, la cuarta, la décima parte de las dimensiones normales; muchas veces no son más que muñoncillos completamente inútiles. En estado libre, esta raza degenerada desaparece pronto por no poderse propagar; los ejemplos de este género son numerosos.

Nos quedan dos puntos particularmente impor-

tantes que señalar: quiero referirme á la influencia de la domesticidad sobre el esqueleto y sobre el cerebro.

La influencia sobre el esqueleto ha sido demostrada por A. Sansón. La domesticidad obra, por una parte, favoreciendo la precocidad, es decir, abreviando el período de crecimiento; por otra, modificando la composición de los huesos.

Los individuos domesticados son precoces; es decir, que en ellos la soldadura de las diferentes partes de un mismo hueso se hace más pronto; por tanto, cesa el crecimiento del esqueleto antes, puesto que el hueso no puede crecer una vez verificadas las soldaduras. De aquí resulta una osamenta menos desenvuelta. Este carácter es muy general. La osamenta de las razas domésticas es más ligera, menos voluminosa que la de las razas salvajes; hay, pues, menos armonía entre la osamenta y el peso, y el esqueleto se reduce proporcionalmente á este último. Esta circunstancia es desventajosa.

Además, se modifica también la composición química de los huesos. La proporción de las materias minerales es mayor; la de las materias orgánicas más débil, por el contrario. No hay en esto inconveniente alguno para el animal que vive bajo la protección del hombre, pero sí para el que vive en libertad.

Si ahora consideramos el cerebro, puede afir-

marse, en general, que en las razas domésticas la capacidad craneana ha disminuído invariablemente. Es menor; es decir, que el volumen del cerebro se ha reducido; las razas domésticas tienen el cerebro más pequeño que las salvajes. Ha podido medirse la diferencia, en buen número de casos, en el conejo, el cerdo, el carnero, el buey, el asno, etcétera. Siempre el cerebro del animal salvaje excede al del animal doméstico. Es decir, que la domesticidad no es favorable al desenvolvimiento cerebral. Pasa con los animales lo que pasa con el hombre. La esclavitud absoluta, bárbara, tal como se practica todavía en los pueblos inferiores, y la esclavitud menos llamativa, sobre todo de orden intelectual, tal como se practica en los pueblos civilizados, en las grandes administraciones, donde cada empleado no es más que una rueda encargada de una función única, invariable, que se le impone por la organización misma y no pide iniciativa de ningún género, la esclavitud no es, ciertamente, propia para desenvolver las facultades mentales ó físicas del hombre. Éste queda libre de muchas responsabilidades y no tiene que ejercer su ingenio en direcciones variadas y desenvolverse en conjunto; el resultado es que no se desenvuelve. El resultado es que el esclavo puesto en libertad—véase lo que pasa en los Estados Unidos con los negros—no sabe qué hacer para ganarse la vida.

De un modo general, la domesticidad, libertando al animal de muchos deberes y obligaciones para consigo mismo, haciendo inútil su cerebro, atrofiando además su organismo por la supresión de la lucha por la existencia, le conduce á una condición de degeneración física é intelectual, que le imposibilita para hacer su vida normal, que es de libertad y de lucha. La domesticidad le ha modificado profundamente su organismo, permitiendo la desaparición de caracteres útiles, indispensables para la vida independiente, para lucha cotidiana, y permitiendo, por el contrario, el desenvolvimiento de caracteres nocivos, que le colocan en condiciones desfavorables para luchar con ventaja; modifica también la inteligencia, toda vez que no tiene por qué ejercitarla para procurarse el alimento cotidiano; se atrofia, pues, por falta de uso, y el cerebro se reduce. La inmensa mayoría de nuestros animales domésticos perecerían miserablemente en corto tiempo si el hombre dejara de ocuparse de ellos ó desapareciera; esto es evidente. Por esta razón, cuando se habla de la mejora de los animales por el hombre, conviene primero entenderse sobre el punto de vista adoptado. Mejorados bajo el punto de vista de los intereses del hombre, mejorados como rendimiento de que el hombre saca provecho, lo están incontestablemente. Para sí mismos, para la raza, si debieran vivir libres, lejos del hombre, están, por el contrario,

degenerados; son verdaderos monstruos, producciones artificiales, incapaces de vivir en libertad y por sus propios esfuerzos.

Hablaré ahora de plantas mejoradas. La conclusión será la misma. Es cierto que por la selección, el cultivo, la hibridación, el hombre ha llegado á mejorar prodigiosamente, bajo su punto de vista personal, buen número de producciones vegetales, frutos ó legumbres. Al arte del horticultor debemos tantas manzanas, tantas peras, melones y uvas suculentas, tantas sabrosas legumbres, tantos cultivos de gran rendimiento. Todo esto es obra del hombre, no de la naturaleza, la cual, según vemos, comparando las formas salvajes con las cultivadas, no nos ha dado sino una mediana primera materia. Pero todos conocemos también el carácter esencialmente artificial y efímero de las razas vegetales mejoradas; todo el mundo sabe que entregadas á sí mismas, en estado natural, aparte de los cultivos y privadas de los cuidados del jardinero, estas razas pierden todas sus ventajas y sus méritos, si es que no mueren al ser abandonadas por el hombre; es evidente que las razas vegetales llamadas mejoradas han mejorado para el hombre, á quien aseguran un rendimiento más abundante ó de mejor calidad, pero que de ningún modo han mejorado para sí mismas, y que los caracteres que la selección ha desenvuelto en ellas les son inútiles en la lucha por la

existencia; ninguno es de tal índole que les asegure superioridad. Están adaptadas á las necesidades del hombre, y no lo están á las necesidades de su propia especie. Estas razas vegetales llamadas mejoradas, están realmente pervertidas. No hubieran podido constituirse en estado natural; la naturaleza ni las habría creado ni tolerado tampoco. Y ved hasta dónde llega la perversión: hasta la formación de razas numerosas, cuya característica es no poderse reproducir; de razas que pierden la cualidad esencial de la vida, que es su multiplicación: las razas de naranjos y de vides sin pepita, por ejemplo. ¿Puede llegarse á mayor perversión? ¿Es posible hacer de las leyes de la naturaleza un uso más contrario á sus fines?

Seguramente no. En las plantas, como en los animales, las razas mejoradas no son, en realidad, más que razas pervertidas, razas artificiales, monstruosas, delitos contra la naturaleza, que ésta repudia y extermina en el momento en que caen bajo su férula.

LAS RELACIONES ENTRE LOS SERES VIVOS

CAPÍTULO XIV

NEMO STAT SOLUS

Las plantas y los microbios.—Una idea de Pasteur.—¿Desempeñan los microbios una función en la nutrición de los organismos superiores?—La experiencia de Nuttall y Thierfelder.—Sus dificultades y sus exigencias.—El animal aseptico.—Las primeras indicaciones.—Contradicciones.—La experiencia de Max Schottelius.—El pollo esterilizado.—Las precauciones tomadas.—Los hechos que de ellas resultan.—La nutrición aseptica comparada con la nutrición no aseptica.—Experiencias de Kijanizine, Charrin y Guillemonat.—Experiencias en las plantas.—Se puede realizar la planta aseptica.—Los microbios y la nutrición de las leguminosas.—La simbiosis de los organismos.—Los microbios que digieren por nosotros.—La interdependencia universal.

En 1886, M. Duclaux presentó á la Academia de Ciencias un trabajo muy interesante, del cual resultaba que en un suelo rico en materias orgánicas—azúcar cande, leche, almidón cocido, etcétera,—pero privado de microbios por esterilización, las habas, los guisantes, los altramuces, se desenvuelven sin transformar estas sustancias, sin digerirlas, sin segregar, por consecuencia, diástasas capaces de transformar aquéllas, haciéndolas asimilables.

Este hecho pone de manifiesto una dependencia

inesperada. A propósito de esta dependencia, y de las relaciones generales entre la vida de las plantas y la presencia ó la ausencia de microbios, Pasteur dice:

«Muchas veces, en nuestras conversaciones de laboratorio, desde hace años, he hablado á los jóvenes sabios que me rodeaban del interés que tendría alimentar un animal joven (conejo, mono, perro, pollo) desde su nacimiento con materias nutritivas puras, entendiendo por tales los productos alimenticios privados artificialmente y por completo de los microbios comunes.

»Sin pretender afirmar nada, no oculto que emprenderé este estudio, si dispongo de tiempo, con la idea preconcebida de que la vida en tales condiciones sería imposible. Si este género de trabajos se simplificasen, en el curso de su mismo desenvolvimiento, se podría quizá intentar el estudio de la digestión por la adición sistemática, á las materias nutritivas puras de que estoy hablando, de tal ó cual microbio, ó de diversos microbios asociados bien determinados. El huevo de gallina se prestaría sin dificultad seria á este género de experiencias. Privado exteriormente de toda partícula viva con anterioridad al momento en que el pollo va á nacer, puesto enseguida en un espacio sin gérmenes de microbios, espacio donde se mantendría el aire puro, se irían proporcionando al pollo fácilmente, desde fuera, alimentos puros (agua, leche, granos).

Ya sea el resultado positivo, confirmándose la idea preconcebida que yo anticipo, ó bien negativo y aun contrario á mi punto de vista, esto es, que la vida sea más fácil y más activa, tendrá la experiencia un gran interés».

Desde el primer momento se opusieron á esta proposición argumentos de aparente solidez. ¿Cuáles son, en efecto, los productos ordinarios de las bacterias? Sustancias que nada tienen de alimenticias: ácidos grasos ó aromáticos, scatol, indol, fenol, amoniaco.

Ninguna de estas sustancias, decía Nencki, es alimenticia; son excrementos; el organismo tiene costumbre de desembarazarse de ellos con rapidez y sin sacar de ellos partido alguno. El organismo aséptico se encontrará, sin duda, en condiciones más ventajosas.

Sin embargo, si bien es verdad que los microbios producen las sustancias de que acabamos de hablar, no es menos cierto que también producen otras de diversa naturaleza y valor. Producen peptonas, azúcares, y segregan diástasas capaces de transformar diferentes alimentos. Y quizá, contra la opinión de Nencki, esta última forma de actividad microbiana ¿no podría contrabalancear la primera? En todo caso el consejo de Pasteur era bueno: era preciso hacer la experiencia, porque después de todo, los hechos tienen un valor muy distinto de los simples argumentos.

Y la experiencia se hizo: fué realizada en 1895 por Nuttall y Thierfelder en el cochinito de las Indias, que obtuvieron aséptico antes de nacer, por la operación cesárea, y al cual hicieron vivir—con muchas dificultades por cierto—en un medio aséptico, sin poder prolongar la experiencia más allá del octavo día, no obteniendo, por consiguiente, resultados precisos, por más que la vida aséptica no pareció presentar evidentes ventajas.

Poco tiempo después, en 1899 (véanse los *Anales del Instituto Pasteur*), la experiencia se renovó por el fisiólogo M. Max Schottelins.

Las investigaciones de Nuttall y Thierfelder mostraban que el cuadrúpedo puede vivir algunos días, por lo menos, sin el concurso de los microbios; demostraban también que los microbios podrían no ser inútiles, puesto que al cabo de un mismo intervalo de tiempo, los animales microbíferos aumentan en 20 y en 61 por 100 de su peso, mientras que los asépticos no aumentan más que de 11 y 16 por 100—(al sexto y al décimo día de existencia),—siendo los animales comparados de la misma edad y del mismo origen.

Las experiencias del profesor de Friburgo no fueron hechas en conejos de Indias, sino en polluelos; prefirió el método aconsejado por Pasteur. Mas, ¿cómo obtener pollos estériles con huevos que no siempre están desprovistos de microbios? No es empresa fácil, pero con paciencia todo se consigue.

Los huevos no están todos invariablemente contaminados, los hay estériles y, al fin, se acaba por encontrar uno que tenga las condiciones apetecidas; es necesario hacer muchas experiencias, y sólo la autopsia puede mostrarnos si la prueba es válida ó no. Es preciso no tener prisa. Así procedió M. Schottelius, y entre sus diferentes experiencias, algunas llenaron las condiciones requeridas.

La manera de operar es como sigue: se comienza por tomar huevos de gallina fecundados, que se ponen en la incubadora artificial sin precaución alguna especial; se les trata de la manera clásica usual. Uno ó dos días antes de salir el pollo es cuando se toman ciertas precauciones. Se lavan los huevos en una solución de sublimado al 5 por 100, calentada á 40°; después con una solución de agua salada; se les enjuga con algodón esterilizado, y se les deja en reposo, durante dos horas, en una estufa aséptica; luego se les vuelve á lavar del mismo modo. Después de estas operaciones, se disponen los huevos, envueltos en algodón caliente, en una incubadora de circulación de agua esterilizada, y esta incubadora se coloca dentro de una cámara de cristales de ocho metros de capacidad. En un rincón de esta cámara hay una vasija con agua esterilizada, á nivel constante; el piso está cubierto con una capa de grava fina, todo esterilizado por el vapor de agua. Por último, la jaula contiene fragmentos de una pasta de mijo y

de albúmina cocida y esterilizada de la manera más rigurosa; servirá para alimento de los pollos, y hay bastante cantidad para una experiencia de varios días de duración.

La cámara acristalada en que se encuentra la jaula también es muy pobre en microbios; permanece cerrada, salvo en los momentos en que el experimentador se ve obligado á entrar para tal ó cual detalle de la experiencia. Entra vestido con ropa esterilizada, después de haber pasado por una especie de caja ó tambor cuyo suelo es una cubeta que contiene una disolución de sublimado; de esta manera, la probabilidad de la introducción de los microbios del exterior se reduce al minimum, como en las salas de operaciones que usan los cirujanos ó los fisiólogos.

En tales condiciones, las probabilidades del contagio son muy escasas. La cámara exterior permanece cerrada, á no ser en los momentos en que los operadores tengan que entrar en ella; el aire que sirve para la respiración de los pollos no entra sino filtrado por un tapón que le despoja de los gérmenes que puede contener. En resumen: M. Schottelius había tomado concienzudamente todas las precauciones. Si el huevo hubiera sido contaminado antes de su expulsión, se examina bien, y vuelta á empezar hasta que la experiencia resulte.

Gracias á cuidados meticulosos é incesantes; gracias á una paciencia nunca desmentida, M. Schot-

telius obtuvo, al lado de experiencias que no salieron bien, éxitos completos. Aun cuando en varios casos encontró que todo su trabajo había resultado inútil, porque al hacer la autopsia el pollo apareció contaminado; en otros, por el contrario, su esfuerzo no había sido perdido. En efecto; cuando, después de algunos días de experiencia, se sacrificaba el pollo—oscuro mártir de la ciencia,—los cultivos hechos de diferentes partes de éste y también con sus excrementos, escrupulosamente recogidos, permanecían estériles. Esta era la prueba de la asepsia completa del tubo digestivo: la experiencia era válida.

El resultado de diez de estas experiencias demostró que el crecimiento del pollo esterilizado es casi nulo; apenas aumenta de peso; á los doce días un 25 por 100, y pasados estos días más bien ha perdido que ganado, mientras que los pollos que sirvieron de comparación, de la misma edad y alimentados de la misma manera, pero no esterilizados, á los doce días han aumentado en peso en un 140 por 100 y á los diecisiete un 250 por 100. De 250 por 100 á 25 por 100 la diferencia es considerable, y muy bien pudiera decirse enorme. Todas las experiencias de M. Schottelius han dado idéntico resultado, el cual induce á establecer una correlación entre el crecimiento excelente de los pollos no esterilizados y la presencia de las bacterias, y entre el crecimiento escaso de los pollos

asépticos y la ausencia de estos microbios. La esterilización del tubo digestivo y de los alimentos trae en el pollo consecuencias enojosas; las bacterias, lejos de ser perjudiciales á su nutrición, le son muy favorables.

Conviene hacer notar, muy especialmente, que los alimentos administrados á los pollos esterilizados de M. Schottelius son los usuales de la especie, y para los cuales, según ha hecho observar M. Duclaux, existen normalmente diástasas digestivas en el canal intestinal del ave joven.

Para explicarse los hechos observados es preciso, sin duda, admitir que las diástasas digestivas no comienzan á ser segregadas normalmente sino al cabo de un cierto tiempo. Durante los primeros días de la vida, las células del tubo digestivo y las glándulas anejas no son aptas para producir estas diástasas, y si los microbios ingeridos no intervienen, el poder digestivo es muy débil. Dicho de otro modo, el pollo por sí mismo no es apto para digerir sus alimentos, al menos durante los primeros días (sería interesante ver cuánto tiempo dura esta incapacidad), y necesita el concurso de los microbios que penetran en su tubo digestivo. Nótese, á este propósito, que la penetración normal no se hace antes de treinta y seis ó cuarenta horas en los pollos no esterilizados, durante las cuales no hay aumento de peso.

El resultado de la experiencia de M. Schottelius

es muy claro y las previsiones de Pasteur se realizaron. El organismo animal necesita para alimentarse el concurso de los microbios—de ciertos microbios á lo menos;—es un ejemplo más de la dependencia de los seres vivos.

Esta conclusión ha sido confirmada posteriormente por otros experimentadores. Ya en 1895 un fisiólogo ruso, M. Kijanizine, de Kief, había hecho notar que los animales adultos que no comen sino alimentos esterilizados y no respiran más que aire privado de gérmenes—en los que el incesante ingreso de microbios queda, por consiguiente, interrumpido—ofrecen una energía vital menos intensa que la de los animales expuestos á la invasión de los microorganismos. La nutrición se debilita, la asimilación se detiene, sobre todo en lo que á las materias nitrogenadas se refiere; el animal pierde peso. Más recientemente, en 1901, MM. Charrin y Guillemonat, repitiendo la experiencia de Kijanizine, llegaron á conclusiones análogas. Los animales que viven en un medio aséptico pierden más de peso y mueren más pronto sometidos á una alimentación ligeramente insuficiente; inoculados con un virus, aunque sea poco activo, mueren en mayor número. En resumen, aun tratándose de animales adultos y, por consiguiente, provistos ya de microbios, esterilizar el medio, suprimiendo la entrada de nuevos microorganismos por el aire y por los alimentos, es reba-

jar la resistencia de la economía, disminuir la energía vital.

Si hay, pues, microbios nocivos que debemos evitar, hay otros no patógenos que son para el animal colaboradores necesarios.

No hay animal que se halle privado de ellos: en todos existen, prestando servicios importantes, como por ejemplo en los herbívoros, ciertas bacterias que les facilitan la digestión de los alimentos herbáceos.

En algunos casos la asociación puede ser más estrecha; es casi constante y más bien de igual á igual que no de superior á inferior, de muy elevada á muy elemental. Tal es el caso de los paramecios.

Los paramecios son organismos rudimentarios, unicelulares, pertenecientes al grupo de los infusorios, y que abundan en las aguas dulces algo estancadas. Son animales protozoarios.

Con frecuencia se encuentran de estos paramecios que, en lugar de ser incoloros, presentan una coloración verde, la cual es debida á la presencia de zooclorellas, es decir, de pequeñas algas verdes parasitarias que viven en el interior de los paramecios.

Este es un caso vulgar de parasitismo, se dirá quizá; es muy conocido: se encuentran ejemplos á millones. Sin embargo, no es así; no es un caso

vulgar y corriente de parasitismo como podría creerse.

Si se observan de cerca estos paramecios, donde, en apariencia, el protozooario sufre el parasitismo de un vegetal, se comprobarán fenómenos muy curiosos.

Se ven paramecios que viven, y viven muy bien, en agua en que no existe presa alguna, ni animal ni vegetal que le pueda servir de alimento por haber devorado ya toda la población animal primitiva, rizópodos, rotíferos y otros diminutos organismos. ¿Qué milagro es éste?

En realidad no le hay, y poco trabajo cuesta demostrarlo. El hecho de que venimos hablando sólo se observa en ciertas condiciones; no se observa si los paramecios no están expuestos á la luz. En la oscuridad, perecen. Y esto basta para explicar el mecanismo del aparente milagro. Si las paramecias privadas de toda alimentación perecen en la oscuridad, mientras viven admirablemente, á pesar de la inanición, á la luz del día, no puede ser sino porque interviene alguna operación bienhechora y misteriosa del sol; es sencillamente que á la luz, la clorofila de las zooclorellas que viven parásitas en los cuerpos de los paramecios, fabrica materias alimenticias de que aquéllos pueden sacar partido. En la oscuridad, la clorofila pierde todas sus virtudes y los paramecias mueren. Nada hay, pues, más sencillo.

Pero considerad la curiosidad de esta coordinación por la cual el parásito, viviendo por completo á expensas del animal que sufre el parasitismo, le alimenta y le mantiene vivo en ciertas condiciones en que este último perecería. Y desde ese momento tenemos aquel ciclo estrecho de la materia en las condiciones de que se trata: la clorofila fabricando materias hidrocarbурadas de que se alimenta el paramecio, y la zoochlorella viviendo de la sustancia misma del paramecio, la cual ha sido en parte elaborada á expensas de los alimentos fabricados por el alga. De ordinario el parásito vive á expensas del animal que lo sufre; aquí también sucede lo mismo, pero, en caso de necesidad, el parásito le alimenta.

Esta asociación entre paramecios y zoochlorellas no es la regla general: ocurre accidentalmente, de un modo ocasional. En la misma especie de los paramecios, muchos individuos no tienen parásitos.

Pero los que los tienen, ¿en dónde los han recogido? Sencillamente, en el medio ambiente. Y nótese bien, que no es este un caso de asociación: es un caso ordinario de predatismo. El paramecio ha tragado la zoochlorella para alimentarse; pero, por un motivo que desconocemos, no ha podido digerirla. Es el protozooario quien alimenta su presa, la cual ocasionalmente le devuelve el servicio, librándole de la muerte por inanición.

Es, pues, el hecho que consideramos, un caso

de concurrencia. Hay otros, sin embargo, en que es constante, y en los cuales la asociación es muy regular é íntima.

Tal ocurre con los líquenes, que constituyen un caso enteramente típico.

Los líquenes—que son esas costras de coloración muy variada que se ven pegadas á la superficie de las rocas y en la corteza de los árboles—no son, según se creyó durante mucho tiempo, organismos sencillos, como un musgo ó un hongo. Son organismos mixtos, compuestos de dos elementos distintos, y dependientes á la vez, que viven asociados. Cada liquen individual es, en realidad, una sociedad, una asociación de dos individuos muy diferentes: uno es una alga, y el otro un hongo.

Una de las especies más extendidas es la *Physcia parietina*, tan común en las paredes viejas y en los tejados, sobre los cuales se destaca por su color anaranjado vivo. No solamente por el sitio en que habita, sino más bien por su modo de nutrición, se diferencian totalmente de los hongos en general.

En su menú falta la materia orgánica; debe, pues, vivir de materias minerales, cosa que los hongos no pueden hacer. Y así vive durante años, y quizá siglos, en condiciones que ninguna otra planta podría soportar. He aquí otro milagro.

Debe observarse, sin embargo, que este milagro no se produce sino bajo la acción de la luz. El li-

quen no puede vivir en la oscuridad. Estudiada la anatomía de este vegetal, se observará que esencialmente consiste en una especie de disco foliáceo, un talo que se adhiere á la roca por una raíz, y en cuyo espesor hay células verdes, provistas de clorofila, que forman una capa bastante gruesa.

Estas células verdes, consideradas hasta 1870 como partes integrantes del talo, son, en realidad, una alga; lo demás es un hongo. Esta alga desempeña un papel esencialísimo: ella toma directamente el carbono del ácido carbónico del aire; con él fabrica alimentos orgánicos, y de estos alimentos orgánicos es de lo que vive el hongo que, según todo el mundo sabe, necesita que le den los alimentos enteramente preparados, por ser incapaz de elaborarlos por sí mismo, como lo hacen las plantas verdes.

Hongo y alga son aptos para vivir por sí de un modo independiente, lo cual demuestra que se trata de organismos distintos; y con facilidad se ha conseguido disociar los dos elementos de este organismo complejo, y también se ha podido realizar artificialmente su síntesis, sembrando los esporos del hongo sobre las células del alga. Viéndose en este caso germinar los esporos, ir envolviendo las células verdes con sus filamentos, alimentarse á sus expensas, ganar fuerza y, por último, fijarse; en una palabra, realizarse la síntesis experimental del liquen.

Entre los dos organismos hay, seguramente, un cambio de servicios. El alga fabrica alimentos orgánicos gracias á su clorofila, y el hongo vive de ellos. Éste, á su vez, á cambio de la materia orgánica que le es indispensable, cede materias minerales y agua que absorbe por medio de sus raíces; además, protege al alga contra la desecación. Evidentemente, el hongo vive como parásito sobre el alga, siendo el que mayor provecho saca de la asociación; mas éste, por su parte, asegura al alga condiciones de existencia sin las cuales perecería.

No hay que hacerse ilusiones; el parasitismo es un hecho universal.

El parasitismo del reino animal es general, absoluto; la naturaleza condena á los animales á irremisible dependencia; dependen, por necesidad y por constitución, de otros organismos, cuya existencia es indispensable á su propia vida. Y dependen, además, de muy varios modos. Los hechos de que ahora tratamos no son de ayer; pero los hechos más familiares, los más repetidos, son los que menos llaman nuestra atención, y sus consecuencias y filosofía pasan generalmente inadvertidas. Por esto no será inútil hacer resaltar una de las condiciones esenciales del reino animal—y del hombre—é indicar con algunos ejemplos cuál es su situación.

Hagamos notar de pasada que si el animal es constante parásito de la planta, ésta le paga en

ocasiones en la misma moneda, convirtiéndose en parásito del animal.

Hubo, hace algunos años, una gran plaga de langosta en las costas del África del Sur, cosa que no había ocurrido hacía mucho tiempo. Un habitante de Durban, versado en Historia Natural, teniendo noticia de que en ciertas plantaciones de caña de azúcar el insecto devastador moría en gran cantidad, visitó la comarca con objeto de estudiar la causa de esta mortandad. Se encontró, en efecto, que las langostas perecían en gran abundancia. Se las veía cogidas á las hojas de la caña, muertas ó moribundas, y á veces hasta tal punto amontonadas, que no se veía el tallo. Examinando de cerca las langostas muertas, se observó que estaban atacadas por un hongo parasitario. Se ha reconocido que este hongo pertenece á la clase de los Entomophthores y á una especie próxima á la que ataca á las moscas comunes, y conocida ya desde 1854, época en que Fresenius refiere haber encontrado cierto hongo sobre cadáveres de grillos. En las langostas muertas por este hongo toda la cavidad del cuerpo está llena del micelio del parásito, formando una red confusa de filamentos sombríos que emite esporos hacia fuera.

Así es como el vegetal parásito mata al animal, y millares de vegetales tratan de análoga manera á los animales procurándoles afecciones siempre in-

cómodas y muchas veces mortales. Pero volvamos al parasitismo de los animales. Es este parasitismo múltiple y diversos los lazos de dependencia.

Si consideramos los animales superiores, es decir, los animales carnívoros—animales que tienen que emplear la fuerza ó la astucia para procurarse *la presa*, y son, por tanto, generalmente más activos y más inteligentes que los tranquilos herbívoros—observamos que su existencia está enteramente subordinada á la de los herbívoros. Es cierto que, en cautividad ó en domesticidad, donde la lucha por el alimento cotidiano no existe, donde el animal está seguro de recibir su sustento de mano del hombre, algunas especies carnívoras pueden vivir de alimentos no animales.

El gato, el perro, y otros más pueden, en rigor, vivir de alimentos vegetales; pero aun en este caso, es preciso que el hombre se los elija, se los busque y prepare; no serían aptos, estando en libertad, en estado salvaje, para poder subsistir con los alimentos que el reino vegetal les ofrece. Algunas especies que son omnívoras pueden prescindir de los alimentos animales y subsistirían si los demás animales desaparecieran. Tal le sucede al hombre, á muchos monos, al cerdo, etc. Pero las especies esencialmente, exclusivamente carnívoras, no pueden existir si otros animales no existen: insectos, reptiles, peces ó cuadrúpedos, según los casos. Y aun cuando diferentes especies son aptas para

cambiar su régimen alimenticio cuando falta su víctima predilecta acostumbrándose á otras presas, no por eso es menos cierto que los carnívoros, en su conjunto, desaparecerían muy pronto si los demás animales dejaran de existir por alguna catástrofe. La dependencia de los carnívoros con respecto á los herbívoros es incuestionable.

He aquí, pues, una primera forma de parasitismo, á quien puede darse el nombre de predatismo ó parasitismo de los animales de rapiña. Es bien conocida y visible, y no hay para qué insistir.

Más hay también formas atenuadas; hay casos en que el parásito, alimentándose por completo á expensas del que sufre el parasitismo, no le destruye, sin embargo. En lugar de matar la gallina de los huevos de oro, la explota con prudencia, cuidando de que no se seque la fuente. En este caso se hallan un número prodigioso de insectos que viven sobre la piel de los animales de organización más elevada; muchos acáridos que viven como parásitos sobre otras especies, desde el hombre hasta la hormiga y sobre los mismos acáridos; muchos gusanos que se introducen en los tejidos y en las vísceras de los animales. Estos parásitos viven de los humores que les rodean; toman su alimento sin alterar sensiblemente la salud del animal en que se alojan. Es muy raro que su presencia ocasione accidentes mortales. No hay especie animal que no tenga estos parásitos, bien sean in-

ternos, como la triquina y las lombrices intestinales, ó exteriores, como la pulga del perro ó la cyaema de la ballena. Esta forma de parasitismo es, pues, más frecuente que la primera, y, por tanto, el número de animales, cuya substancia sirve continuamēte, aunque en pequeñas cantidades, para hacer vivir á otros organismos, excede en mucho al de animales que son devorados. Pues si bien hay animales que llegan al término natural de la vida, muriendo de vejez, no los hay privados de parásitos. Esta segunda forma de dependencia es la que comunmente recibe el nombre de parasitismo, en el sentido limitado de la palabra.

Conviene observar, sin embargo, que no llegamos todavía al término de la enumeración. Hay formas de dependencia que no entran ni en una ni en otra de las dos categorías precedentes.

En el predatismo vemos que un organismo devora á otro: el león á la gacela, el gorrión al insecto, el gato al ratón, y así sucesivamente. En el parasitismo es el acárido, la pulga, quienes se alimentan extrayendo cada vez algunas gotas de sangre del animal sobre el cual viven; es la tenia que absorbe una porción de los alimentos que pasan por el tubo digestivo, y así sucesivamente. En el caso que ahora vamos á considerar, el parásito no vive ya de la substancia misma del animal ni de parte de esta substancia viva: se agrega á la subs-

tancia muerta, ó bien á los productos muertos del organismo vivo.

Esta tercera forma de parasitismo comprende la necrofagia, la saprofitia y la coprofagia, que está aún más extendida que las dos precedentes. La coprofagia—alimentación por absorción de los excrementos—¿no es un fenómeno universal? ¿Cómo desaparecen las deyecciones de los animales, á no ser por la disgregación que en ellas operan diferentes animales, en particular los insectos auxiliados por miriadas de microbios que abundan en el aire, en el suelo y en las aguas? ¿Y no hay motivo de reconocimiento hacia estos destructores de cosas inmundas, que de otro modo se acumularían en el suelo?

¿Y los cadáveres cómo desaparecen? ¿Cómo se destruyen esos millares de despojos que cubren la tierra y el fondo de los mares? Gracias al parasitismo de los necrófagos; gracias á los devoradores de cadáveres y á toda una horda de organismos, el buitre, el chacal, el cuervo, la langosta de mar, mil diversos crustáceos, gusanos, insectos y aun microbios. Sin ellos, la materia muerta allí se quedaría, inútil, acumulándose sin cesar; gracias á ellos, esta materia desaparece y vuelve á circular y vivir incorporándose á otros organismos. Y lo que los devoradores de cadáveres abandonan, es transformado por los microbios. Además, los microbios estaban ya en el organismo, aun antes de ser la

muerte completa; ya están en funciones disgregando los tejidos, descomponiéndolos, absorbiendo lo que les conviene, dejando libre el resto que se escapa en forma de gas ó en forma de sales que se difunden en la atmósfera ó por el suelo: asegurando la circulación de la materia, devolviendo al fondo común los elementos químicos que la vida no mantiene ya en cohesión. Y allí donde faltan los microbios, la desintegración no se verifica. Las materias vegetales ó animales esterilizadas no se descomponen: los cadáveres de los náufragos, que caen lentamente al fondo de los mares, deben conservarse intactos si no son despedazados en la caída por los peces: la presión y el frío no permiten á los microbios que nuestro organismo contiene, llevar á cabo su obra de destrucción, ó más bien de redistribución.

Por último, las materias muertas son la presa de una tercera categoría de organismos: los organismos saprofitas, los que no pueden vivir sino de los detritus, de los restos de seres muertos. De estos sepultureros se encuentra un buen ejemplo en los hongos, los cuales no pueden vivir más que donde haya materias organizadas, muertas, dispuestas á ceder los alimentos que necesitan.

Animales de rapiña, parásitos, coprófagos, necrófagos, organismos saprofitas, todos ellos no viven sino como parásitos; según las leyes de la naturaleza, el parasitismo es obligatorio. La depen-

dencia mutua reviste formas variadas, pero es universal.

Por otra parte, si bien es verdad que hay muchos organismos que no podrían vivir sin la existencia de otros organismos, es preciso, además, que existan algunos cuya conservación no esté subordinada de esta manera; se necesita una base para todo este edificio, algo que sea independiente y de quien todo dependa.

Esta base existe, y son las plantas llamadas holofitas, las cuales tienen la propiedad de no depender de ningún otro ser vivo, y son aptas para alimentarse sin el concurso de organismos extraños, tomando sus alimentos de las materias minerales del suelo.

Estas plantas holofitas componen la gran masa del reino vegetal. Son completamente independientes; viven por sí mismas, sin recurrir al parasitismo. Son, pues, el depósito de toda la vida, el laboratorio en que se producen todas las sustancias orgánicas que sirven para alimentar los organismos superiores. Forman el organismo monstruoso sobre el cual todos los demás organismos viven como parásitos y de quien todo depende.

Este poder que tienen las holofitas de alimentarse de materias minerales se demuestra de una manera muy sencilla mediante una clásica experiencia. Se prepara la solución imaginada por el botá-

nico alemán Sachs, disolviendo en un litro de agua destilada un gramo de nitrato de potasa, cinco decigramos de sulfato de magnesia, otro tanto de sulfato de cal, la misma cantidad de fosfato tribásico de cal, y, por fin, tres centigramos de sulfato de hierro. No entran más que sales minerales; no contiene partícula orgánica alguna. En esta mezcla échanse algunos granos de maíz, que pueden esterilizarse previamente, y cuando hayan germinado se les fija sobre un corcho que flota, procurando que la raicilla quede sumergida en la solución. Con el tiempo la planta se desarrolla, se alarga su tallo, se forman las hojas y también la flor, y por fin la espiga. La planta recorre, pues, el ciclo normal, completo, de su existencia, y llega á su término natural, que es la propagación; y todo esto lo hace la planta sin otros alimentos que algunas sales minerales. Y lo propio sucede con todas las plantas holofitas.

Es decir, que todas son aptas para transformar las materias inorgánicas en compuestos orgánicos, vivos, susceptibles de servir para la alimentación. Tienen poder para combinar, formando compuestos varios, el nitrógeno, la potasa, la cal, el azufre, el fósforo, el hierro que toman del suelo y el carbono que toman de la atmósfera; y estos compuestos son los únicos de que pueden alimentarse los animales. Sin el reino vegetal no hay reino animal. Los animales son capaces de transformar

los compuestos vegetales y llevarlos á un grado más elevado de complejidad; pero no tienen ese poder esencial, fundamental, de transformar lo inanimado en vivo, lo inorgánico en orgánico.

Por esto adquiere la función de la planta toda su importancia.

El tapiz de verdura que recubre el globo, no es solamente la pradera donde viven algunos insectos, pájaros y cuadrúpedos; es el fondo del cual viven todos los animales sin excepción, por pequeños y por carnívoros que sean; el abundante granero universal donde se alimentan la hormiga, el conejo y el filósofo. Todos los organismos no son más que parásitos, incluso el filósofo; viven porque los vegetales viven; estos últimos son para ellos una condición de existencia esencial.

Puede, pues, considerarse el parasitismo como una ley de la naturaleza. En ciertos casos, este parasitismo es muy complicado. Hay vegetales saprofitos que viven como parásitos sobre insectos que, á su vez, son parásitos también. Apenas existen parásitos que no tengan sus parásitos; la hormiga lleva los acáridos, que son presa de otros acáridos más pequeños.

La mayor parte de los seres organizados, y sobre todo los más elevados, esos que á nuestros ojos presentan mayor interés, esos que de cerca ó de lejos constituyen una preparación hacia formas de vida, que no son exclusivamente vegetativas,

sino que nos ofrecen el espectáculo de la acción, del pensamiento, de la moralidad y de principios verdaderamente superiores, que confieren á los que la practican una dignidad y un valor nuevos y elevados; todos estos seres superiores, y el hombre por encima de todos ellos, no han podido formarse y no pueden vivir sino á condición de despojar los organismos más elementales, de arrebatárles la vida á dosis pequeñas ó á grandes bocados. El parasitismo, es decir, la guerra, el sacrificio del débil por el fuerte, del sencillo por el complejo: he aquí la ley, la incuestionable, la inexorable ley.

Muchos, sin duda, se acomodan á ella á maravilla; algunos, sin embargo, permanecen perplejos y perturbados, y otros protestan.

La idea, aún demasiado acreditada de los optimistas, que quisieron hacernos considerar la naturaleza como una vasta institución de beneficencia, encontrará escasos defensores entre los naturalistas.

CAPÍTULO XV

LA DEPENDENCIA MUTUA UNIVERSAL

Todos parásitos.—Los parásitos de algunas especies vegetales.—Por qué las especies aclimatadas son tan vigorosas.—El parasitismo va creciendo.—Extensión gradual de la dependencia del hombre.—Ecología bionómica.—Estudio del ser vivo en sus actividades ó sus relaciones con el medio orgánico ó inorgánico.—Algunos ejemplos de relaciones entre organismos.—El muérdago, la cuscuta, las safitas.—De qué modo el hombre perturba el equilibrio de la naturaleza.—Utilidad de los caracoyos para la agricultura.—Peligro de las aclimataciones útiles en apariencia.—Inconvenientes de la caza protegida, para la agricultura.—Cómo la destrucción de las aves puede traer tras de sí la multiplicación de las serpientes.—Tentativas para restablecer el equilibrio aclimatando los enemigos naturales de las especies nocivas.—Relaciones entre los autlopes y los pastos en Africa.—Dependencia mutua del bosque, del didelfo y del indígena en Australia.—Lo que las plantas deben á los insectos.—La fecundación de las flores por los insectos.—Un ejemplo curioso: historia del *Pronuba yuccasilla*.—Conclusión general sobre la dependencia mutua de los organismos.

Hemos visto que todo el reino animal depende del reino vegetal, y también que las plantas superiores, que constituyen el depósito alimenticio de los animales, son dependientes á su vez de las formas elementales de vida, de las bacterias, que les prestan un auxilio indispensable. Toda la vida es, por consiguiente, parasitaria.

El parasitismo tiene sus grados, sus modalidades. Más allá de la forma extrema que nosotros practicamos todos los días, y en la cual el parásito destruye totalmente al animal que sufre el parasitismo, hay formas más ligeras, menos destructivas y también más efímeras. No hay planta que no tenga numerosos parásitos. La encina, por ejemplo, tiene, según Kaltembach, unos 550; si se le encontraran 600, 800 ó 1.000, la cosa no tendría nada de sorprendente. No se trata en este caso sino de insectos; no hablo ni de moluscos, ni de hongos. El olmo es atacado por más de 100 insectos, entre los cuales hay ciertas especies que, cuando son muy prolíficas, como la galeruca, acaban con él en poco tiempo. El arce tiene poco más ó menos otros tantos; pero el abedul tiene cerca de 300; el negal tiene pocos, 44; el castaño cerca de 70; el sauce tiene 400; el pino 300, y así sucesivamente. La cifra varía mucho según las especies, y disminuye trasportando las plantas á regiones diferentes de las que originalmente habitan (á esto se debe generalmente el vigor de propagación de las especies importadas, comparadas con las formas indígenas); y quizá se podría descubrir cierta correlación entre la antigüedad de una forma y el número de sus parásitos; las formas más antiguas son las más pobladas de parásitos.

Todos los animales tienen también sus parásitos: unos mortíferos, otros inofensivos; el conjunto de

los parásitos posibles eventuales de una sola especie, constituyen un ejército numeroso y temible. Los animales, como el hombre, pagan crecido tributo á las enfermedades parasitarias, animales ó vegetales.

Todos, por consiguiente, parásitos; todos dependientes unos de otros en distintos grados, bajo formas diferentes. Y el parasitismo más bien va creciendo que disminuyendo; ley de naturaleza á la cual hace simétrica pareja una ley económica, cuyos efectos son visibles desde que el hombre apareció sobre el globo. Es la ley que, en los pueblos más avanzados, hace á cada individuo dependiente de un territorio más extenso. El hombre primitivo dependía exclusivamente de su inmediata vecindad; era el parásito de una superficie muy restringida; encontraba todo lo que necesitaba en un círculo muy pequeño.

A medida que el hombre se ha desenvuelto, que se han constituido las sociedades y que se han establecido medios de transporte, el parasitismo se ha hecho más extenso. No se ha contentado ya con los recursos que el lugar le ofrece, ni los de la provincia ó el país; los ha buscado en otras partes, y han llegado á ser una necesidad. Todos somos, por ejemplo, en grados diversos, parásitos de Africa, de Asia, de los Estados Unidos; parásitos de las regiones árticas, y aún más de las regiones tropicales. Cada vez más, la red de tentáculos

que toda comunidad extiende por la superficie del globo se hace más apretada y más larga; cada hombre llega á ser el parásito de una región más vasta.

En sana biología, por consiguiente, ya no es posible estudiar un animal ó una planta separado de su medio, aislado de las mutuas acciones y de las relaciones recíprocas numerosas, aislado de su medio de vida, ni es posible formar una idea adecuada del hombre estudiándole fuera de la sociedad, aparte del medio en que vive. Y este medio es mucho más extenso para el hombre que para los animales, por estar constituido de elementos más numerosos y más complejos. La historia natural de un sér no puede consistir ya en el simple estudio de sus órganos y de su estructura; debe comprender también la ecología ó la bionómica, «el conjunto de las relaciones del organismo con su medio orgánico é inorgánico, de sus relaciones amistosas ú hostiles con los animales y plantas con los cuales está en contacto», según la expresión de Haeckel.

Muy pocos séres tienen una ecología relativamente sencilla; casi todos la tienen compleja; sus relaciones con el medio inorgánico, con el orgánico y con los otros organismos, son numerosas y complicadas.

El muérdago, por ejemplo, es uno de los parásitos mejor conocidos y más familiares del mundo vegetal. La historia natural de esta planta sería muy

incompleta y reducida á su parte menos interesante también, si se limitase á estudiarle en sí mismo tal como se presenta desprendido de su soporte. Es preciso abordar otras cuestiones; hay que darse cuenta del mecanismo por el cual las semillas de esta planta se fijan sobre los árboles; se necesita investigar por qué razones esta siembra, llevada á cabo por los pájaros, resulta mucho mejor sobre ciertas especies—chopo, robinia, manzano—que sobre otras; es preciso estudiar de qué manera se hace la implantación, cómo se desarrollan las raíces, dónde se distribuyen en las ramas, y así sucesivamente.

Viene luego también la cuscuta. Lo más interesante de su historia no está en la relación de la estructura de la planta adulta, sino en su oecología. La cuscuta, como la mayoría de las plantas, ha germinado en el suelo y no sobre el trébol, la ortiga ó el cúpulo que soporta al individuo adulto. Ha germinado bastante tarde en la primavera, formando una raicilla que se hunde en el suelo y un tallo muy fino que barre en cierto modo el espacio circundante con movimientos incesantes de circunmutación. Este tallo parece como si buscara un soporte al cual fijarse. Si no lo encuentra acaba por detenerse y morir. Mas si encuentra un tallo favorable, se enrosca en torno de él y comienza á echar raicillas que le penetran, y de él extraen los jugos nutritivos necesarios. La parte

inferior de la cuscuta, la raíz terrestre y la base del tallo mueren enseguida, y la planta no vive ya, en adelante, sino á expensas del tallo que la soporta.

Las modalidades del parasitismo son infinitamente variadas y algunas son conocidas desde hace poco tiempo. Algunos centenares de especies de Santalaceas ó de Rhinantaceas que, al parecer, tienen vida independiente, en realidad no son más que parásitas de las plantas vecinas. Sus raíces, en efecto, en lugar de hundirse en el suelo y buscar en él su alimento, se fijan sobre las raíces de otras plantas. Hay parasitismo por y sobre las raíces. La *Claudestina* vive de este modo, la *Eufrasia officinalis* también, lo mismo que las *Pedicularias*, las *Otobanquas*, las *Rafflesia* y muchas otras en los países cálidos y en Europa. Son dependientes con respecto á las plantas sobre las cuales viven como parásitos.

Otras también son dependientes, pero no de los vivos, sino de los muertos. Tales son las saprofitas, plantas que viven de la materia orgánica muerta, del humus del suelo.

No hay necesidad de recordar hasta qué punto las especies animales herbívoras son dependientes; cada una tiene sus alimentos preferidos; otro tanto ocurre con los carnívoros. Y si por una ú otra razón el alimento predilecto les falta, la especie corre graves riesgos y, en todo caso, sufre no-

table perturbación. Y precisamente esta perturbación de las relaciones normales, llevada á cabo involuntariamente por el hombre, produce con frecuencia á su alrededor fenómenos inesperados que, en su desconocimiento ó en su ignorancia de la dependencia mutua de los organismos, en realidad han sido provocados por él mismo. No teniendo bastante conocimiento de la solidaridad recíproca de los séres, no ha comprendido que al pretender obrar sobre uno de ellos, sobre una especie determinada, tenía fatalmente que obrar también sobre otros muchos. Por ejemplo: es un hecho conocido que en diferentes partes del mundo en donde existen carnívoros en abundancia, el hombre ha creído un bien contribuir á su destrucción. Así, pues, ha sacrificado, pensando que era una cosa útil para sí mismo, al propio tiempo que se procuraba un goce con matar ó destruir, lo que para tantos salvajes retrasados en la civilización constituye uno de los goces supremos. El resultado no ha podido ser más extraño. Los agricultores se quejaron, siendo más observadores que los cazadores y que los legisladores; hicieron notar que matando los carniceros se reducían los obstáculos á la propagación de los herbívoros. Multiplicándose éstos, devoraban las cosechas que con tanto esfuerzo hacía brotar el hombre. Los agricultores vinieron á considerar á los carniceros como amigos, amigos indiscretos á veces, pero al fin ami-

gos que ejercían de policías en los terrenos inhabitados é impedían á los destructores de las cosechas hacerse demasiado numerosos. Y tenían razón.

Otro ejemplo que casi es clásico. Todo el mundo sabe que Jamaica es rica en plantaciones de caña de azúcar, y excesivamente rica también en ratas, que devoraban una gran parte de la cosecha. Así que en 1872 se importaron de la India algunas mangostas, especie de carniceros, enemigos encarnizados de las ratas. Se creyó que aclimatándolas, se introduciría una especie que destruiría bien pronto la rata negra y la rata gris, de origen europeo, y cesarían sus deprecaciones. La esperanza que habían puesto en el cuadrúpedo indio se realizó: éste se multiplicó é hizo una guerra tan cruel contra las ratas que quedaron exterminadas. Un coro unánime de elogios en favor de la mangosta se elevó en toda la isla. No duró mucho, sin embargo. En efecto, una vez destruídas las ratas, las mangostas, deseando vivir y faltándoles su alimento, se revolvieron contra otras especies, entregándose á experiencias dietéticas muy variadas y, para ellas, muy fructuosas. Atacaron á toda clase de animales, á los de caza, lo mismo que á los domésticos; palomas, perdices, codornices, pintados y otras muchas aves; y á los terneros, cerdos de cría, cabritillos, perros y gatos. Sus investigaciones no se limitaron á los mamíferos y pájaros, emprendiendo experiencias con-

tra los reptiles: serpientes, lagartos, tortugas; contra los anfibios, contra diversas ranas, y aun contra los crustáceos, representados por gecarcines. Con las plantas pasó otro tanto, como es fácil suponer, y la banana, las ananas, el maíz, la patata, las batatas, los guisantes y otros frutos diferentes fueron tan apreciados por los mangostas tanto como por el hombre. Gracias al excelente régimen alimenticio adoptado por estos animales se multiplicaron á maravilla, y Jamaica, que había visto con placer desaparecer las ratas, vió con mucho disgusto sucumbir su caza, á excepción de la tórtola, que acostumbrada hasta entonces á hacer su nido en el suelo, tuvo inteligencia bastante para trasportar sus penates fuera de los alcances del invasor, y poner sus crías al abrigo de sus apetitos, anidando en las cimas de los cactus espinosos. Los destrozos causados en el mundo de los reptiles fueron considerables. Veintidós especies de lagartos y cinco de serpientes, inofensivas para el hombre, á quienes éste protegía de buena voluntad por servicios que prestaban combatiendo diferentes insectos nocivos, sucumbieron ante los ataques del mangosta. Estos insectos dañinos, aprovechando la ocasión que se les ofrecía, se multiplicaron en abundancia, llegando á ser tan numerosos que el ganado no podía soportar más su apetito, y aun atacaron al hombre, después de haber sacrificado millares de vacas.

En resumen, la rata fué reemplazada por dos plagas: el mangosta y los acáridos, y siendo las necesidades de estos dos grupos de animales tan diferentes, no se podía imaginar que habían de hacerse la competencia. Al cabo de algunos años, sin embargo, la situación va cambiando lentamente; se observa que el mangosta es menos abundante. Es atacado por los acáridos, y después de haber favorecido indirectamente la expansión de esta especie, se convierte en víctima suya. Los acáridos atacan á los mangostas y matan buen número de ellos: y esto mismo viene indicado indirectamente por la aparición de varias especies de reptiles y de pájaros que se creían absolutamente destruídas, y algunas de las cuales llegan ya á ser abundantes; las codornices y otros pájaros son más numerosos también. ¿Hay para regocijarse? No es muy seguro; porque las ratas reaparecen también y los acáridos disminuyen. ¿Volverá el mangosta á tomar preponderancia? Nadie podría asegurarlo. Lo cierto es, que la introducción de una sola especie nueva ha logrado perturbar profundamente, durante muchos años, toda la economía de Jamaica. Pero no hay necesidad de ir tan lejos para encontrar ejemplos de perturbaciones del equilibrio de la naturaleza debidas á la intervención del hombre y á la ignorancia de las relaciones mutuas entre los organismos. En la mayoría de los países de Europa se encuentran análogos fenómenos.

Habiendo desaparecido los grandes animales de caza exterminados por el hombre, éste no ha querido renunciar al placer de matar, y, por consiguiente, se ha dedicado á criar artificialmente caza de menor importancia. La institución de las cazas protegidas tiene este origen, completada con el establecimiento de criaderos de animales de caza. Se favorece la reproducción de éstos, protegiéndoles contra el hombre y contra los animales también, vigilando á los individuos jóvenes, protegiéndoles, alimentándoles, asegurándoles la vivienda hasta la hora de la matanza. Uno de los elementos principales del método de protección consiste en la destrucción con el fusil, el cebo y el veneno de los enemigos naturales de la caza, y los guardas no dejan de matar á estos enemigos no bien les encuentran. Llegan hasta destruir los ruiseñores bajo pretexto de que el canto nocturno de estos pájaros impide el sueño á las perdices ó á los faisanes de cría. El resultado de tal exterminio de cierto número de pájaros y de mamíferos no se ha hecho esperar. Pues aun cuando estos pájaros y mamíferos atacaban á veces á la caza, también devoraban las ratas, los topos y otras plagas del campo que, una vez libres de sus enemigos (incluyendo entre éstos el buho, tan estúpidamente sacrificado por muchos guardas), se han multiplicado. La pasión por la caza perjudica, pues, á la agricultura. Las ratas del campo

no son los únicos animales devastadores que prosperan con la caza protegida; también las palomas se multiplican. Libres de la amenaza de las aves de rapiña se posesionan de los bosques, convertidos en refugio en favor de la caza, y viven á costa de los campos y jardines de la población agrícola. Otros pajarillos hacen lo mismo que las palomas y se aprovechan de la destrucción de sus naturales enemigos, también con detrimento del agricultor. *Quidquid delirant reges, plectuntur Achivi.*

Véase otro ejemplo, que nos ha proporcionado la California. Las serpientes venenosas, muy numerosas en otro tiempo, son hoy raras en los alrededores de San Francisco. Sólo se presenta una sola especie: el *Crotalus lucifer*. Hay, sin embargo, dos localidades en donde todavía se la encuentra en abundancia: en el Tamalpais, montaña que aún no ha sido explorada, y en las colinas de detrás de Oak-land y de Berkeley; aquí existen hoy en mayor número que antes, según puede juzgarse por la frecuencia de los casos de mordedura de perros y ganados, y por la circunstancia de que muchas serpientes jóvenes aparecen ya de día, cuando el crótalo de que hablamos tiene costumbres exclusivamente nocturnas.

¿Á qué obedece este aumento en el número de las serpientes en las localidades mencionadas?

Primeramente debe notarse que estas localida-

des son favorables bajo el punto de vista topográfico. El terreno es montañoso, en muchos sitios desnudo y rocoso, desprovisto de vías de comunicación que sería costosísimo establecer, y aun el caballo de silla halla dificultades para caminar por esos parajes. Apenas existe agricultura. La principal industria es la cría de aves, y con objeto de proteger á éstas contra las aves de rapiña, todo el mundo va armado y todo el mundo mata á los depredadores que encuentra á mano. Los milanos, las águilas, los buhos, las garzas reales, abundantes en otro tiempo, son hoy muy escasas.

Aquí está el secreto de la abundancia de crótalos. De una parte, la naturaleza del país es favorable: les ofrece un asilo seguro, donde difícilmente pueden ser molestados; por otra, la desaparición de sus principales enemigos—aves de rapiña—ha servido para darles más seguridad y permitirles que se multipliquen con mayor abundancia.

Protegiendo á las aves, se ha protegido también á las serpientes. Muchas gentes han creído que hacían un bien con matar á los buhos,—sin contar á los que tienen el gusto estúpido de matar por matar,—cuando estas aves son el principal enemigo de los crótalos, por razón de sus hábitos nocturnos. Muchos buhos han sido también desterrados por los incendios de los bosques: el fuego destruye los árboles huecos, donde habitualmente hacen sus nidos, y los pájaros emigran. Lo mismo ocurre con

las águilas: el águila vuelve siempre al mismo nido todos los años; y cuando les es preciso cambiar con frecuencia, se disgustan y van á buscar una región donde los incendios sean más raros.

Vemos, pues, que no hay nada más fácil que perturbar el equilibrio de la naturaleza, por una acción especialmente dirigida contra tal ó cual especie; pero, con frecuencia, la ruptura del equilibrio se verifica con desventaja para el hombre por caminos que no puede sospechar siquiera; tal es su ignorancia de la dependencia mutua de todos los organismos. Sin embargo, la experiencia que se acumula lentamente no será perdida. Los errores cometidos servirán de lección; lo están sirviendo ya. El Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos ha emprendido, con buen resultado, la lucha contra los estragos de un cierto número de insectos nocivos á la agricultura, introducidos y aclimatados, introduciendo á su vez otras especies enemigas naturales de las primeras, oriundas de la misma zona. Este método, que consiste en oponer á un invasor el agente que en su país natal se opone á su multiplicación, ha dado buen resultado en la lucha contra los *Icerya*: los *Vedalia* importados los han contenido; parece que también ha dado buenos resultados en las islas Hawaii, donde ha sido importada la vaca de San Antón para combatir pulgones y otros insectos nocivos; y se espera del *Chilocore*, que se ha importado del Japón para

contrarrestar la exuberancia vital del *Aspidiotus* pernicioso, que ha hecho terribles estragos en los jardines de los Estados Unidos; también se ha importado la hormiga de Guatemala para destruir ó disminuir, cuando menos, el insecto que ataca al algodón. Es preciso, por consiguiente, obrar con prudencia en estos asuntos; lo ocurrido en Jamaica es una prueba de que no se sabe nunca á dónde se puede llegar, á la larga, cuando se cambia el equilibrio natural introduciendo en un pequeño cosmos un solo elemento nuevo; jamás se puede predecir qué relaciones inadvertidas serán destruídas, qué nuevas relaciones pueden crearse y cuál será el resultado de los choques, visibles ó invisibles, pero numerosos, sin duda, que se engendrarán de esta suerte por comisión ó por omisión.

No es posible, en la mayor parte de los casos, prever este resultado. No tenemos todavía un conocimiento suficiente de las relaciones mutuas de dependencia entre los seres; no estamos habituados á formarnos idea del papel cósmico de éstos. Les tomamos en sí mismos, pero nunca en sus relaciones con su medio. Nuestro estudio es abstracto; sería preciso examinarles en la realidad, en su actividad; se necesitaría conocer al sér vivo, en el sentido más completo de la palabra, y realmente casi no conocemos de él sino lo que se puede aprender en un cadáver.

A priori, parecía que no había otras relaciones

entre los antilopes y la hierba de cierta parte bastante árida del país Boer, visitado por Livingstone hace bastantes años, que la que existe comunemente entre el herbívoro y la hierba, entre el que come y el alimento, relación de mutua dependencia, seguramente muy elemental. Y, sin embargo, había algo más que se ha manifestado inmediatamente que se ha sacrificado á tiros al elegante animal. Se advirtió que si bien el antilope vivía de la hierba, la hierba también vivía, en cierto modo, del antilope. Y tanto, que desde el día mismo en que el antilope pasó á la historia, desapareció la hierba, dejando su puesto á otra planta muy distinta, á un mesembryantheme succulento, carnoso, pero planta del desierto. ¿Por qué? Porque el antilope, al devorar la hierba, engullía la semilla, y luego la devolvía en los excrementos, sembrándola por todas partes, recubierta de excelente abono, facilitando de este modo su multiplicación. Habiendo perecido el antilope, ya no hay quien siembre la hierba que, á su vez, ha desaparecido.

Tampoco se sabía, hace algunos años, por qué perecen ciertos bosques australianos de Eucalyptus, situados en las orillas de determinadas corrientes de agua, en el camino que va de Geelong á Ballarat. Se invocaron muchas razones, como ocurre siempre cuando no se descubre la verdadera. Primeramente se creyó que los árboles debían tener sus raíces ahogadas por ahondar en terreno

llano y húmedo, pero los árboles morían también en las vertientes inmediatas, secas, y además en otras regiones, inundadas con frecuencia, se sostenían en buen estado. Se pensó entonces en la sequía, pero subsistía la misma objeción: á poca distancia de los árboles que perecían á centenares por semana, otros se mantenían en perfecto estado de salud. Se llegó á pensar en los incendios de los bosques; pero como estos incendios databan de siete ú ocho años, los árboles que habían resistido parecían en mejor condición que antes. ¿Por qué habían de morirse en 1871 á causa de los incendios de 1863 y 1865? Se imaginó que muy bien podían las raíces haber llegado á un suelo desfavorable; pero, por esta cuenta, los árboles más viejos hubiesen debido perecer más pronto que los jóvenes, de raíces todavía cortas; pero precisamente sucedía lo contrario. Se acusó á las ovejas, suponiendo que su estiércol debía haber quemado el suelo; pero los árboles morían lo mismo donde no había ovejas. También se atribuyó á los térmitas, pero no se encontró ninguno en los árboles muertos. La opinión pública acusó entonces á las orugas, pero la huella de las orugas no se encontraba en la inmensa mayoría de los árboles muertos. Por fin, á un investigador se le ocurrió preguntar á un indígena sobre la causa de esta misteriosa mortandad. El indígena replicó sin vacilar que consistía en los didelfos. «Demasiados didel-

fos», contestó sencillamente. Los didelfos, según él, destruyen las hojas para alimentarse con ellas. Pareció plausible esta idea, y se procuró probarla. Primeramente se observó que, en efecto, había didelfos en número suficiente para producir estragos de tanta importancia. Se confirmó después que en los árboles moribundos existían señales abundantes de las uñas de estos animalitos, señales evidentes de los arañazos hechos con las uñas al querer trepar por los troncos. Y se notó asimismo que las hojas de los árboles próximos á perecer estaban reducidas al estado de esqueletos: el limbo había desaparecido en gran parte y no quedaba casi nada más que la nerviación. Y tal estado era el resultado evidente de la destrucción del limbo. Y no podían haber sido las orugas, porque las heridas que éstas hacen tienen otra apariencia. Haciendo que los didelfos royeran hojas, se obtuvieron idénticas hojas que las que caracterizan á los árboles del bosque agonizante. Se pudo observar que cada didelfo destruía 200 hojas cada noche. Todo se aclaró entonces. Mas, ¿por qué ejercían los didelfos tales depredaciones? ¿Por qué hasta entonces el bosque se había mantenido en buen estado? La respuesta no era difícil. Cuarenta años antes, la indicada región estaba habitada por 200 indígenas. Estos indígenas se alimentaban de didelfos, debiendo consumir, próximamente, 200 por día, ó sea al año 18.000. Estos indígenas

fueron cazados ó muertos por el blanco civilizador, y entonces los didelfos, no teniendo ya enemigos, se multiplicaron, y multiplicaron también sus estragos. Suponiendo que cada árbol (se trata de eucaliptus) tenga por término medio cien mil hojas, y que un sólo didelfo destruya 200 hojas en cada noche, es fácil ver que 18.000 didelfos no tienen que realizar un gran trabajo para destruir 13.000 árboles y devastar unas 300 hectáreas de bosque en cada año.

El problema se resolvió, pues, de la manera más sencilla. La naturaleza es muy lógica; siempre existe encadenamiento en sus actos más insignificantes; es, en conjunto, un razonamiento muy lógico. El hombre, sin embargo, no lo percibe.

Ha sido obra larga el descubrimiento de la conexión que existe entre las plantas y los insectos.

Poco tiempo hace (principalmente después de Darwin, Müller, Plateau) que se sabe la dependencia mutua de los insectos y de muchas plantas; que se conoce la función que desempeñan los primeros en la fecundación de las flores. Muchas no son fecundadas sino por la mediación de los insectos, que al pasar de una á otra, transportan el polen de las flores masculinas al estigma de las flores femeninas; á veces, el papel de los insectos lo desempeñan mamíferos y pájaros. Es esta una dependencia mutua de gran importancia, cuyos ejemplos pueden contarse por millares. Esto explica la

extraña recomendación que en el Congreso de la Sociedad de Horticultura de París, celebrado en 1895, hizo M. Fischer, de Waldheim. Este observador aconsejó á los horticultores que deseen abundantes cosechas de peras, cultivar el lirio de los valles, lo cual tiene la apariencia de una burla. En realidad esta recomendación es muy razonable; los lirios del valle atraen á las abejas, y si hay perales cerca de los lirios, también las abejas los visitan, de lo cual resulta una fecundación más satisfactoria y una recolección más abundante. La abeja y otros insectos florícolas como ella, prestan grandes servicios á la agricultura. Data esta idea de la época en que Conrado Sprengel hizo su obra genial—*Das entdeckte Geheimniss der Natur*,—que pasó desapercibida durante largo tiempo y no fué verdaderamente apreciada hasta que Darwin la exhumó, en cierto modo, del olvido, construyéndola el pedestal de que era merecedora, y mostrando la profundidad y penetración del viejo naturalista alemán.

Gracias á los hermosos trabajos de Delpino, Hildebrad, Hermann Müller y Asa Gray, quienes han ensanchado la conclusión de Sprengel, aunque sin añadir nada de esencial, se ha comprendido mejor el papel del color en la vida de las plantas, pues que la coloración de la flor tiene relaciones evidentes con las costumbres y los gustos de los insectos; se ha comprendido mejor también el pa-

pel de los jugos segregados por las flores, viéndose con toda claridad hasta qué punto dependen las flores de los insectos bajo el punto de vista de la fecundación, como afirmaba Sprengel, y cuánto se ha modificado la estructura de estos últimos en vista de esta dependencia, habiéndose adaptado también las flores á la estructura de los insectos. La mayor parte de las flores, aun cuando sean hermafroditas, están dispuestas de tal suerte, que numerosas especies de insectos aseguran la fecundación cruzada. En algunos casos, el número de estas especies es restringido, y las hay también en que la fecundación no depende más que de una sola especie de insectos.

Podrían citarse muchos ejemplos de la dependencia mutua de los organismos, de la multiplicidad y variedad de relaciones que les une directa é indirectamente. Pero la materia es demasiado vasta; es preciso contentarse con indicarla de pasada en algunos renglones, para llegar á establecer como noción general que nada en el planeta vive en sí y para sí únicamente: todos los séres vivos dependen de su medio; todos dependen en mayor ó menor medida de otros organismos; nada se puede alterar, añadir ó quitar, sin acarrear en el instante perturbaciones más ó menos profundas, repercusiones más ó menos remotas. Todos los séres vivos se mantienen relacionados entre sí por lazos diversos, sutiles y fuertes á la vez, comunmente inadvertidos.

LA ACCIÓN DE LA VIDA SOBRE EL MEDIO

CAPÍTULO XVI

LAS ACCIONES Y REACCIONES DE LA VIDA SOBRE EL MEDIO

La acción del organismo sobre el medio inorgánico.—Los terrenos formados por los seres vivos. Cretas, calizas, etc.—Los seres fabrican compuestos químicos.—Una experiencia sobre la gallina.—Actividad destructora.—La obra de los líquenes, de las algas incrustantes.—Los animales perforadores: erizos de mar, babosas, pájaros e insectos.—La ruina de las rocas.—Aspectos favorables de la actividad destructora.—El papel de las bacterias en la formación del humus.—Los gusanos de tierra y su acción sobre la tierra vegetal.—Acción física y acción química.—La función de las hormigas en los bosques.—Acción de los organismos en la geografía física.—Las plantas que fijan las dunas.—Las plantas y la atmósfera.—La purificación del agua por los moluscos.—Influencia de las plantas en la composición del agua de mar.—Influencia de los animales en la composición química del medio.—El suicidio ley de vida.—Aspectos desfavorables de la actividad destructora.—Perturbación geográfica en los Estados Unidos y en África.—Influjo de los conejos en las dunas.—Papel destructor de la cabra, del carnero y del ganado de montaña.—Los organismos inoculadores de enfermedades.—Carácter indirecto de las acciones mutuas orgánicas.—La tala de los montes y la ostricultura.

No se puede imaginar, después de lo que va dicho en las páginas que preceden, que la vida no tenga acción sobre el medio ambiente. Tan numerosos son los cambios entre el sér vivo y el medio inorgánico, que no es concebible que aquél no obre sobre éste.

Dejando á un lado la actividad constructiva del sér vivo, la formación de tantas capas cretáceas, calizas ó madreporicas, con las cuales la geología nos ha familiarizado, pasaré seguidamente—porque la materia es extensa—á considerar la actividad destructora. No faltan ejemplos. Todo el mundo ha podido observar sobre las rocas, y aun sobre las mismas piedras sueltas, las manchas de variados colores que forman los líquenes. Estos líquenes, de que antes hemos hablado, forman una especie de costra foliácea gris oscura, amarilla, también rojiza, fuertemente adherida á la superficie de la roca por una cantidad de raicillas que se insinúan en el espesor de la sustancia dura, y que lentamente la desintegran, resolviéndola en pequeños fragmentos, favoreciendo de este modo la acción disolvente del agua y también la acción de la helada y de los grandes calores. El liquen, pues, se pasa la vida destruyendo, y aun después de su muerte todavía favorece la obra destructora; su cadáver forma un poco de humus, en donde otra planta puede instalarse en su lugar más vigorosa y más destructora cada vez.

En las rocas que ya están algo hendidas por los movimientos generales ó locales de la corteza terrestre ó por la destrucción de las partes ó de las capas más solubles, las raíces de los árboles y de los arbustos hacen destrozos considerables. Van engruesando y obrando como una cuña, y acaban

por hacer saltar la roca; una parte de ella se desprende y cae, rompiéndose en fragmentos que ruedan por la pendiente, desmenuzándose más todavía ó que el torrente pule y desgasta hasta reducirlos á grava y por fin á arena y arcilla. La desintegración física de la roca está favorecida por la acidez de los jugos de algunas raíces que las permite corroer lentamente la piedra caliza y desorganizarla. Y una vez herida la piedra por el sér vivo, va precipitándose su ruina; la primera lesión facilita las siguientes y permite á los agentes físicos obrar con mayor eficacia,—de igual modo que la primera brecha abierta en las murallas de una ciudad asediada permite al enemigo introducirse en ella y destruirla rápidamente.—Esta obra destructora de las formas inferiores de la vegetación se efectúa en todas partes donde la roca se presenta al desnudo: en la montaña, en la llanura, sobre los guijarros pelados que se hallan á la orilla del mar.

En el agua también ocurre. Todo el mundo ha podido recoger de ella guijarros que ofrecen en su superficie dibujos irregulares como si estuvieran grabados. Examinad de cerca estos dibujos: parecen el resultado de una carie. Y así viene á ser en realidad. La roca ha sido carcomida por un alga incrustante, que la ha agujereado, corroído; por una *Enactis* calcívora, por ejemplo; ó bien por *Schizothrix* que penetran hasta 2, 3 y 5 milímetros de profundidad. En la mayor parte de los lagos y

de los ríos, se pueden encontrar de estas algas incrustantes ó perforadoras; realizan la misma obra que los líquenes en la tierra, promoviendo la destrucción de la piedra y facilitando el ataque por otros agentes.

Muchos organismos animales trabajan también en la destrucción de la corteza terrestre; tienden á desgregarla, reducirla á fragmentos, que luego las aguas pluviales arrastran al valle, al mar, donde han de servir para la construcción de nuevos estratos. En la orilla del mar toda una cohorte se ocupa en este trabajo; demoliendo las orillas, las rocas que la soportan y la base del acantilado. Los erizos de mar son muy activos para esta labor; atacan con buen resultado, no solamente á la creta, á la caliza ó al grés, sino á las rocas más duras, al gneis, al granito, al basalto; todo el mundo ha podido observarlos en marea baja, alojados en las cavidades que ellos mismos se han excavado. Las fofadas hacen lo mismo que los erizos; abundan en la creta sumergida en las costas de la Alta Normandía; otros muchos animales les imitan: diversos moluscos, gusanos y crustáceos; cada especie forma cavidades características. Esta obra es esencialmente destructora: la roca se debilita, la acción de la ola y de los guijarros se hace sentir más por esta razón; se desgasta más pronto y se rompe en fragmentos, que el mar acabará por reducir á sedimentos.

Otro equipo trabaja sin cesar en tierra firme. Se compone de elementos variados. También en este caso desempeñan los moluscos un papel importante. Algunas especies de babosas—observadas en Argelia y en el Boulonnais sobre todo—hacen agujeros en las rocas; pueden agujerear el mármol. En América son muy aparentes los destrozos de ciertos crustáceos: de algunos cangrejos que no viven en el agua corriente, sino en madrigueras que se construyen en los terrenos húmedos. En todos nuestros taludes vemos cavidades numerosas, hechas por pájaros y diversos insectos. Todas estas cavidades, todas estas galerías, contribuyen á la destrucción de las rocas y del suelo; la ruina de los taludes, ribazos, acantilados, se acelera, porque el agua penetra en ellos más fácilmente, como también la helada y la misma vegetación, y el resultado es la disgregación rápida, precipitada. Aun los mamíferos contribuyen á ella. En las tierras estériles del Norte del Canadá, los castores han modificado singularmente el paisaje y la fisiografía, fabricando lagos donde no había más que terreno pelado, y cambiándose luego estos lagos en praderas fértiles, trabajo más bien de transformación y mejora que no de destrucción.

Pero es preciso tener bien en cuenta que si bien la acción del sér vivo sobre el medio puede consistir solamente en acelerar, por ejemplo, un proceso que no habría manera de detener, y en

precipitar un fin inevitable, lo cual es relativamente poca cosa, esta acción puede influir indirectamente sobre otras existencias. Puede ser esta influencia favorable ó desfavorable; consideraremos ahora esta repercusión que sobre el vivo tiene la acción de éste sobre el medio, enumerando algunos ejemplos.

Hemos hablado anteriormente de la destrucción de las rocas por los líquenes, ó más bien de su transformación en materia orgánica por la acción de éstos. Mas los líquenes y las algas no son los únicos seres que ejecutan esta acción tan útil á las plantas superiores; ciertas bacterias obran del mismo modo. El suelo flojo, mullido, necesario á las plantas superiores, no es, pues, obra de los agentes atmosféricos solamente. El papel que desempeñan las bacterias bajo este respecto es capital: toman de la roca elementos inorgánicos, y con el concurso de la luz fabrican materia orgánica, que servirá de abono á plantas más elevadas; también segregan ácido carbónico, que ataca y transforma la roca. Hay macizos que han sido atacados de este modo: el Faulhorn en Suiza, y el pico Pourri en los Pirineos. Pero esta caries de la roca se observa en todas partes en grados variables; en todas partes fabrican las bacterias el humus; en todas partes lo infinitamente pequeño prepara el suelo y le hace apto para sostener la vida de las plantas más elevadas. La acción del sér vivo sobre el me-

dio es, pues, en este caso muy favorable al mismo sér.

Se completa á su vez por acciones similares que ejercen también ciertos seres vivos, cuya influencia sobre el suelo es muy favorable para la vida vegetal en general. Diferentes animales trituran y trabajan la tierra suelta: las lombrices de tierra y las hormigas principalmente.

Las admirables investigaciones de Darwin han dado á conocer la función agrícola importante que ejercen las lombrices de tierra; engullendo sin cesar tierra de las profundidades del suelo, y depositándola en la superficie en forma de deyecciones que todo el mundo ha visto, someten la capa arable á una labor perpetua, infinitamente útil. Las diversas bacterias que en formas distintas mejoran el suelo, no viven sino en la capa superficial; la tierra profunda escaparía, por consiguiente, á su acción bienhechora si no fuese acarreada sin cesar á la capa superficial por las lombrices. En cien años, dice Darwin, toda la tierra, hasta los 60 centímetros de profundidad, ha sido laborada de abajo á arriba y en todo su espesor extendida por la superficie. En cien años, y en menos todavía, según las observaciones practicadas en 1890 por M. A. Millson, un funcionario inglés en Lagos, en las extensas praderas que en la región de Benin se extienden detrás del cordón de bosques del litoral, y que manifiestan una admirable fertilidad.

«Toda la superficie del suelo, entre las hierbas, está cubierta de filas apretadas, de 6 á 15 milímetros de altura, de deyecciones cilíndricas de lombrices de tierra, en número sorprendente; en una extensión de muchas leguas recubren el suelo, rectas, muy próximas unas á otras, quemadas por el sol, formando cilindros rígidos de barro endurecido, que permanecen así hasta el momento en que la lluvia les reduce á polvo fino. Si se cava en el suelo se ve que está surcado en todos sentidos por un sinnúmero de galerías excavadas por las lombrices, hasta una profundidad de 30 y de 60 centímetros en el subsuelo húmedo.» Según los cálculos, basados en las observaciones de M. A. Millson, las lombrices de tierra acarrear á la superficie 62.233 toneladas de deyecciones por milla cuadrada en un año, y de este modo en veintisiete años, en lugar de los ciento calculados por Darwin para Inglaterra, la totalidad del suelo hasta 60 centímetros de profundidad quedaría distribuida por la superficie; los indígenas conocen todo el valor de este trabajo constante y gratuito; no cultivan los sitios en que faltan las lombrices de tierra.

Es preciso notar que la acción de las lombrices no es solamente mecánica; es también de orden químico. No se limitan á desmenuzar el terreno y á airearle; le enriquecen. Añaden materia orgánica asimilable, trasformando en humus las materias vegetales de que se alimentan; disuelven ciertas

sustancias minerales del suelo y regeneran el carbonato de cal. Si se compara la cantidad de cal contenida en la tierra con la que contienen las deyecciones, se observa, que en éstas existe casi un 7 por 100 de carbonato de cal y en la tierra cuatro y medio solamente. La lombriz fabrica, pues, carbonato de cal, transformando otras sales de cal; acción bienhechora para los vegetales en general, pues las aguas meteóricas tienen la tendencia de decalcificar el suelo.

La extensa y bienhechora acción de las lombrices de tierra no se verifica, sin embargo, en todos los suelos. De antiguas observaciones que yo he practicado en el bosque de Montmorency, y otras que M. A. Lombard Dumas ha realizado en el jardín Émilien Dumas, en Sommières, resulta que las lombrices no abundan en el bosque; prefieren la pradera ó la tierra sin árboles, esté ó no cultivada, evitando, sin embargo, los suelos firmes y apisonados, como puede verse comparando el número de deyecciones en los caminos de mucho tráfico y en los menos frecuentados. Otros organismos hacen, sin embargo, en el bosque, el trabajo que las lombrices realizan en la pradera. Las hormigas en particular y los mamíferos cavadores, y gran número de insectos y aun de crustáceos, como, por ejemplo, ciertos cangrejos de que ya se ha hablado. El trabajo de la hormiga tiene una importancia especial. En muchas regiones forma numerosas colo-

nias, y todo hormiguero demolido por la intemperie, por el viento que esparce los materiales ó por la lluvia que los arrastra lejos, es invariablemente reconstruído.

Las hormigas llevan á la superficie una cantidad considerable de tierra, que extraen de lo hondo, y además, al hacer sus provisiones, entierran mucha materia orgánica, que en parte queda inutilizada para ellas, pero que contribuye á enriquecer el suelo. El nido de las hormigas se extiende á cierta profundidad; Deu ha comprobado que las tanaginas del Brasil—hormigas comestibles, excelente plato de un sabor semejante al de los langostinos—ahondan 10 ó 15 centímetros, extrayendo la tierra bajo la forma de bolitas que tienen cuidado de colocar en talud alrededor del hormiguero, para impedir que la lluvia pueda arrastrar la tierra á la cavidad de donde ha salido. En ciertas partes de Nueva-Inglaterra, según Shaler, se encuentran campos donde el subsuelo, formado de cascajo, está recubierto de una capa de 30 centímetros próximamente de una tierra pulverulenta muy fina. Esta formación es obra de las hormigas, que han acumulado en la superficie todos los elementos de pequeñas dimensiones, dejando en el fondo los elementos más pesados de difícil transporte. En el Brasil, las hormigas Sauba han vuelto el suelo de arriba abajo, cavando cámaras y galerías que llegan á tener 15, 20 y 30 metros de longitud. Los termites trabajan

también, construyendo nidos que alcanzan 3 y 4 metros de altura y otro tanto de diámetro en la base. Todo este trabajo implica un laboreo constante del suelo, que no puede menos de ser beneficioso á la vegetación. La acción de ciertos seres vivos sobre el medio, resulta con frecuencia ventajoso á otros seres vivos.

Sobre otra modalidad de este influjo reposa la práctica, bien conocida en los países donde se recria ganado lanar, de establecer las majadas en el campo. Las ovejas están autorizadas á pacer la hierba, á condición de pasar la noche en el redil; después de haberse alimentado en el campo durante el día, le devuelven el alimento durante la noche en forma de abono.

En ocasiones, la vida ejerce sobre el medio un influjo más bien de orden geográfico que biológico; pero como todo se encadena en la naturaleza, la influencia geográfica comprende, á su vez, una influencia biológica. Muchas costas están orladas de un cordón de dunas, de colinas de arena formadas por el viento. El viento, que sopla del mar, se apodera durante la marea baja de la arena que el sol ha desecado en la playa y la empuja hacia el interior. Esta arena acumulada forma las dunas que todo el mundo ha visto. Estas dunas, sin embargo, son muy movibles; la arena no ha perdido su movilidad por haber sido colocada formando pequeñas colinas; puede continuar su viaje. Si

avanza hacia el interior, irá cubriendo la vegetación existente, rechazando la vida y suprimiendo un dique que mantiene el mar á distancia. La fijación de la duna, el sostenimiento del cordón á lo largo de la costa para proteger las tierras contra los ataques del mar, puede llegar á ser para un país ó una región cuestión de vida ó muerte. Todos conocemos la admirable obra de defensa nacional que ha llevado á cabo el servicio forestal en Gascuña, fijando la costa y convirtiendo un desierto de arena en un bosque de pinos. Ahora bien: aquí tenemos un ejemplo de la influencia del sér vivo sobre lo inanimado. Las plantas vivas son las que sostienen las dunas, impidiendo que invadan pueblos y cosechas. Las plantas vivas son las que mantienen la configuración de la costa y aseguran la propiedad de una región extensa, ejerciendo de este modo una acción geográfica y una influencia biológica á la vez, y, por consiguiente, un influjo económico é industrial.

No es posible dejar de aludir también al influjo capital que tiene la vegetación—más bien la vida en general—sobre la composición de la atmósfera, y á la reacción favorable que de ella resulta. La importancia del ácido carbónico del aire nos es conocida; de este ácido del cual toman las plantas el carbono necesario para su existencia, y la de todo el reino animal. Ahora bien; todos sabemos que los séres vivos son grandes productores de áci-

do carbónico; al respirar, las plantas y los animales exhalan ácido carbónico, que permitirá existir á la futura veġetación. Sin duda, las plantas nada crean, ni tampoco los animales; pero gracias á ellos está asegurada la circulación incesante é indispensable del gas de que nos ocupamos. Aquí vemos también á la vida obrando sobre el medio—sobre el medio químico—y su acción va seguida de una reacción favorable á ella misma. Recordemos además, siguiendo el mismo orden de ideas, la acción general del bosque sobre el clima, sobre las lluvias; en este caso obra también la vida sobre el medio y contribuye á darle caracteres que son indispensables á la existencia y al bienestar de numerosos organismos.

Si de la tierra firme y de la atmósfera pasamos al mundo de las aguas, nos encontramos en presencia de fenómenos análogos. El medio acuático está modificado por el sér vivo, muchas veces con resultados ventajosos para los demás séres.

Desde hace mucho tiempo los chinos han observado la acción purificadora que sobre el agua ejercen los animales acuáticos. Un documento oficial chino, que se refiere á la fabricación de la seda, declara que para limpiar la seda es preciso un agua muy pura. La de los pozos no sirve para nada, dice el autor de este documento: la mejor es la de los arroyos de montaña. Cuando no se dispone, sin embargo, nada más que de agua de río, se puede

utilizar si se la purifica. Y la purificación consiste en introducir una cantidad bastante considerable de moluscos, principalmente paludinas. Estos animales consumen las impurezas del agua y la dejan perfectamente límpida. Todo el que se ha dedicado á criar en acuario sabe que de dos vasijas que contengan agua y materias vegetales vivas, la que contenga además algunas lymneas ú otros moluscos de agua dulce es la que tiene el agua más pura y la más límpida. Lo que las paludinas, planorbias y lymneas hacen con el agua dulce, infinidad de otros moluscos marinos lo hacen con el agua de mar. Viállanes ha demostrado claramente este hecho en 1892, haciendo ver la extensión de la acción clarificadora de las ostras y de las almejas sobre el agua del mar. Separando sus valvas, estos animales establecen una corriente de agua rápida, y de esta suerte todas las impurezas, todos los residuos, se ponen en contacto con su manto. Una parte queda aglutinada en grumos por una secreción del manto y es expulsada: es una manera de acumular las barreduras en una pelota, en lugar de dejarlas esparcidas; otra parte atraviesa el tubo digestivo y sirve de alimento. Una verdadera filtración de toda el agua se hace con bastante rapidez; pero la velocidad varía según las especies: la almeja filtra tres veces más agua que la ostra común, y la ostra portuguesa cinco veces y media. Esto explica, dicho sea de paso, la decadencia de los bancos de os-

tras ordinarias donde viven ostras portuguesas, y almejas: estas últimas lo absorben todo. Y por otra parte, el cordón de bancos de ostras y de almejas que se encuentra—muy empobrecido hoy día—á lo largo de las costas, sirve á la purificación general del mar, deteniendo y absorbiendo los detritus orgánicos diversos que arrastran las aguas fluviales.

Hemos visto anteriormente que en la tierra, el sér vivo obra sobre el medio de diversas maneras; en particular ejerce acciones físicas y acciones químicas. Los dos órdenes de fenómenos se encuentran en el agua; los moluscos y otros organismos purifican el agua, despojándole de mil restos utilizables aun bajo el punto de vista alimenticio, que de otra suerte se descompondrían impurificándola. Muchos organismos también obran sobre la composición química del agua y la modifican en sentidos diversos. Esta acción no ha sido atendida como se merece por parte del biólogo; cierto número de resultados, sin embargo, han sido adquiridos, á consecuencia de las experiencias de un distinguido investigador inglés, M. Vernon, que ha estudiado la influencia que ejerce la vida vegetal sobre el agua de mar, bajo el punto de vista de su pureza, y bajo el punto de vista de su «apropiabilidad», si se permite esta palabra, á la vida animal. Las investigaciones, llevadas á cabo en la Estación Zoológica de Nápoles, se realizaron siguiendo tres mé-

todos que mutuamente se auxiliaban. Un método químico primero: la determinación de la cantidad de amoniaco libre y de amoniaco albuminoide en el agua, y también, si había ocasión para ello, la de los nitritos; un método bacteriológico: el de los cultivos en gelatina; un método fisiológico por fin, tomando los huevos de un erizo de mar como reactivo: método que consiste en colocar huevos de *Strangy locentrus lividus* en el agua de estudio, y ver qué desarrollo toman en un tiempo dado. Se notará que este último método, por interesante que sea, es relativo; no se podría generalizar las conclusiones, pues las exigencias de tal larva ó de tal huevo no son exactamente las mismas de otras larvas ó huevos.

Las investigaciones de M. Vernon, en cuyos detalles no podemos entrar aquí, establecen claramente que ningún organismo carece de acción sobre la composición del medio en que las circunstancias le han colocado. Esta acción es doble. Es enteramente cierto que todo sér envenena su medio. Pero lo que para él es un veneno puede ser la salud para otra especie. En términos generales, también las plantas acuáticas ejercen sobre la composición del agua una influencia evidentemente favorable á los animales, mientras que éstos, por su parte, purifican el agua. Las experiencias de M. Vernon confirman lo que ya se sabe de la utilidad de los organismos purificadores del agua,

es decir, destructores de materia orgánica muerta, corruptible. De aquí los grandes servicios que prestan al mundo de los seres vivos los necrófagos de todas clases, en la tierra y en el mar, la hiena, el buitre y una multitud de insectos, etc.; devorando los cadáveres de los vegetales y de las plantas purifican el aire, el agua y el suelo, suprimiendo los focos de putrefacción eventual á medida que se producen.

Hemos dicho que el ser vivo envenena su medio. Es esta una noción sobre la que conviene detenerse un momento. Ante todo, es preciso darle una expresión más general. Es preciso considerar que toda vida tiene como efecto el hacer que su prolongación sea doblemente difícil. El ser vivo obra de dos maneras sobre su medio: le empobrece y le enriquece. Le hace más pobre en sustancias necesarias á la vida, y le hace más rico en productos diversos excretados ó exhalados por el organismo, nocivos, perjudiciales á la vida. De dos modos, pues, hace desfavorable su ambiente el organismo. Es esto tan visible, que todo el mundo sabe que si el medio no se reconstituye sin cesar, natural ó artificialmente, la vida se detiene forzosamente. El suicidio es una ley evidente de vida. No son necesarios muchos razonamientos ni experiencias para demostrar que el bosque, por ejemplo, perecería si los procesos generales de la naturaleza no permitieran al suelo enriquecerse con

sustancias inorgánicas alimenticias á medida que los árboles le empobrecen. Tomad una planta, ponedla en un tiesto: es muy cierto que no podrá vivir indefinidamente en el suelo de que dispone si por un artificio no se enriquece este último á medida que la planta le empobrece. En la naturaleza el bosque continúa existiendo, porque por virtud de diferentes operaciones vitales y químicas, el suelo recupera lo que ha perdido gracias á las hojas muertas, cuya sustancia puede volver á entrar en circulación, y al acarreo de sustancias minerales realizado por la lluvia y el viento, y merced al concurso de las bacterias del suelo. Análogamente, el animal devasta su medio; destruyendo la hierba ú otros animales, según sea herbívoro ó carnívoro, dificulta su propia vida y llegaría á perecer si no existiera una obra de regeneración paralela, que se hace posible por un conjunto de leyes y de condiciones exteriores, regeneración de víctimas que compense la destrucción que de ellas se ha hecho.

Además, el sér vivo acumula en torno suyo restos, venenos, productos de su actividad vital, que perjudican á la continuación de ésta. Nada hay más evidente si se consideran las células de un organismo, individuos elementales cuyo conjunto forma un sér vivo. Cada célula de un animal toma de la sangre y la linfa sustancias alimenticias, empobreciendo, por consiguiente, estos medios, como

hace el bosque con el suelo, ó el animal con el rincón de tierra en que habita; pero á su vez también vierte en aquéllos productos diversos, resultado de sus operaciones vitales: sustancias que no puede conservar sin peligro; sustancias que son peligrosas para la demás células, y de las cuales el organismo se desembaraça, para lo cual, cuando está bien constituido, posee aparatos que desempeñan la especial función de destruir, ó bien de eliminar estas materias tóxicas, y los cuales son en el organismo lo que las cloacas y los aparatos de incinerización de residuos son en una ciudad. En un espacio confinado, el animal se mata á sí mismo por la falta de oxígeno y la acumulación de ácido carbónico. Y en estado natural moriría, intoxicado por su propia vida, si la renovación de la atmósfera no estuviera asegurada por el viento que ahoga el aire impuro en las reservas del aire puro, y la vegetación que absorbe el ácido carbónico y devuelve el oxígeno. La planta perecería también, por más que la descomposición del ácido carbónico que realiza bajo el influjo de la luz pueda contrarrestar, en parte, la fabricación de este gas, que es el resultado de los fenómenos respiratorios.

Pero volvamos á nuestro asunto. Se han citado diferentes ejemplos que demuestran la acción favorable, para otros organismos, que ciertos seres ejercen sobre el medio; y ahora es preciso presentar otros del influjo inverso. Hemos visto la importan-

cia grande que para un número considerable de organismos, y también para el hombre, tienen las plantas de las dunas, fijando éstas, manteniendo las líneas geográficas y haciendo habitable el medio. En otras partes, la planta deforma estas líneas é impone al medio caracteres particulares, desfavorables para la existencia de otros seres.

En el sur de los Estados Unidos se ha introducido recientemente una planta que, si bien produce elegantes flores, es de tal modo invasora que llega á constituir un obstáculo serio para la navegación y el comercio. Esta planta es la *Pontederia crassipes*, planta acuática flotante, oriunda del Brasil, y que introducida en los Estados Unidos se ha multiplicado prodigiosamente en las aguas de la vertiente sur del Atlántico y del golfo de México, cubriendo los lagos y los ríos—el río San Juan en particular, y diferentes canales que van á confluír á Nueva Orleans—transformándoles en praderas flotantes, por donde los vapores se abren paso con mucha dificultad. Sin duda alguna, la invasión de esta planta repercute con variedad de efectos sobre muchos organismos acuáticos, los unos favorables, otros perjudiciales, pero que todavía no han sido apreciados. En el Nilo Blanco, en las cercanías de Fachoda, se ha producido el mismo fenómeno, pero con mayor intensidad, y desde más antigua fecha. Ya en tiempo de Nerón, una expedición romana se vió detenida por el *Sudd* («el Sett» de los árabes)

que también en diferentes exploraciones del siglo XIX se ha interpuesto, y contra el cual los ingleses han tenido que emprender una guerra de exterminio muy costosa. El *Sudd* del Nilo Blanco y de otras corrientes de agua de aquellas regiones, forma también una vegetación flotante, una vegetación que invade la superficie de los pantanos y de los ríos y obstruye el paso. Los elementos del *Sudd* son gramineas que pueden tener hasta 6 metros de altura, papyrus, distintas yerbas, algunas lianas y árboles (*Herminiera elaphroxylon*). El conjunto forma una red apretada y sólida, sobre la cual se encuentran manchones de lodo, y gran cantidad de colonias de hormigas. El *Sudd* tiene un vigor de crecimiento notable; constituye un obstáculo infranqueable para la navegación. Para librar las aguas de él se necesitan considerables esfuerzos: hay que deshacer la masa, en trozos, y abandonarlos á la corriente: este trabajo lo hacen lanchas de vapor que con cables van arrancando unas tras otras las partes de la periferia. El *Sudd*, muy perjudicial bajo el punto de vista económico, tiene seguramente grande influjo sobre el caudal del río y sobre las condiciones de vida que éste ofrece.

En tierra firme existen también muchos seres vivos que modifican el medio, de un modo generalmente desfavorable, al menos para el hombre. Nadie pone en duda la utilidad de las plantas fijadoras de las dumas en Gascuña, en el litoral del

norte de Francia, etc.; tampoco nadie puede desconocer la influencia muy enojosa que pueden tener los conejos, y que con frecuencia tienen, sobre la configuración de las costas arenosas. En los alrededores Wimereux, cerca del laboratorio de la Pointe á Zoie, fundado é ilustrado por Giard, se puede sin esfuerzo formar idea de los peligros que pueden ocasionar los conejos á una parte importante del país. Amigos de la arena—que está seca y es fácil de excavar—los conejos pululan en las dunas; abren sus madrigueras en los flancos de éstas, dejando al descubierto las raíces de las plantas fijadoras; las plantas mueren, y tenemos ya á las dunas desguarnecidas; sin que haya nada que pueda contenerlas, están prontas para ponerse en movimiento, denudando la costa y sumergiendo las tierras fértiles del interior. Otros muchos animales han ejercido una acción destructiva sobre el medio. Cuando se descubrió la isla de Santa Elena, estaba completamente poblada de bosques; se tuvo la malhadada idea de introducir en ella el cerdo y la cabra—para poder abastecer á los navegantes de paso—y el resultado ha sido la desaparición total del bosque.

La cabra devasta el bosque; mata los árboles jóvenes, devorando las hojas y los brotes, y de esta suerte un mamífero ha esterilizado un país fértil hasta entonces; porque desapareciendo el bosque las lluvias arrasan las vertientes, las despojan de la

tierra suelta, convirtiendo el jardín en un desierto. La cabra—cuando no se la contiene—es un enemigo de la sociedad; enemigo de la naturaleza terrestre en su conjunto, y de un gran número de sociedades animales y vegetales que forman parte del vasto nexo orgánico. El carnero lo es también, lo mismo que todo el ganado, cuando no se pone coto á sus depredaciones.

En las islas del estrecho de Santa Bárbara, en California, que estaban cubiertas antiguamente de espesa vegetación, el ganado vacuno, lanar y cabrío ha producido la ruina. La orilla estaba guardada de un espeso revestimiento de mesembryanemos y de otras plantas crasas que mantenían las dunas en su puesto. Estas plantas han sido devoradas por el ganado y, perdiendo su fijeza las dunas, se han extendido por el interior de las islas, convirtiendo en un estéril desierto de arena las tierras fértiles que antes hacían vivir á millares de habitantes. Expulsando al hombre los cuadrúpedos, han realizado otro mal: han producido la muerte de miles de moluscos terrestres que no encontraban que comer. En nuestras montañas, los rebaños constituyen también un peligro social. Destruyen—por lo menos en los pastos abusivamente explotados—la cubierta vegetal, el tapiz de hierba; en todo caso la destruyen aquí y allá, sembrando la superficie de calvas, en las cuales el agua pluvial desgasta, comenzando á abrir ba-

rrancos que van aumentando sin cesar. Resulta que la tierra vegetal desaparece con los arrastres; el pasto va minándose por la base, hasta desaparecer, dejando la roca al descubierto. Los Pirineos han sufrido enormemente con los rebaños de montaña, y no ha sufrido menos la llanura, pues la destrucción de la cubierta vegetal de la montaña es la causa principal del agotamiento de las fuentes de la llanura, y de las inundaciones que la surgen, en daño de los poblados, de las explotaciones, de los caminos y de los hombres y animales.

Por todas partes se reconoce que el hombre y el animal de montaña son la causa involuntaria de muchas desgracias de todo género, de que son víctimas los habitantes de la llanura.

En otros países son culpables otros animales. La lista sería larga. En la parte occidental de los Estados Unidos, diferentes roedores—el perro de las praderas, por ejemplo—hacen inhabitables zonas considerables. Sus madrigueras son tan numerosas y tan profundas, que no se puede vivir en las regiones que ellos ocupan; ni siquiera pueden atravesarse; el caminante, á pie ó á caballo, se hundió en el suelo, que está completamente minado. En otras partes, los termites oponen una barrera á la penetración del hombre.

¿Será preciso hablar de los obstáculos que establecen los insectos inoculadores de enfermedades

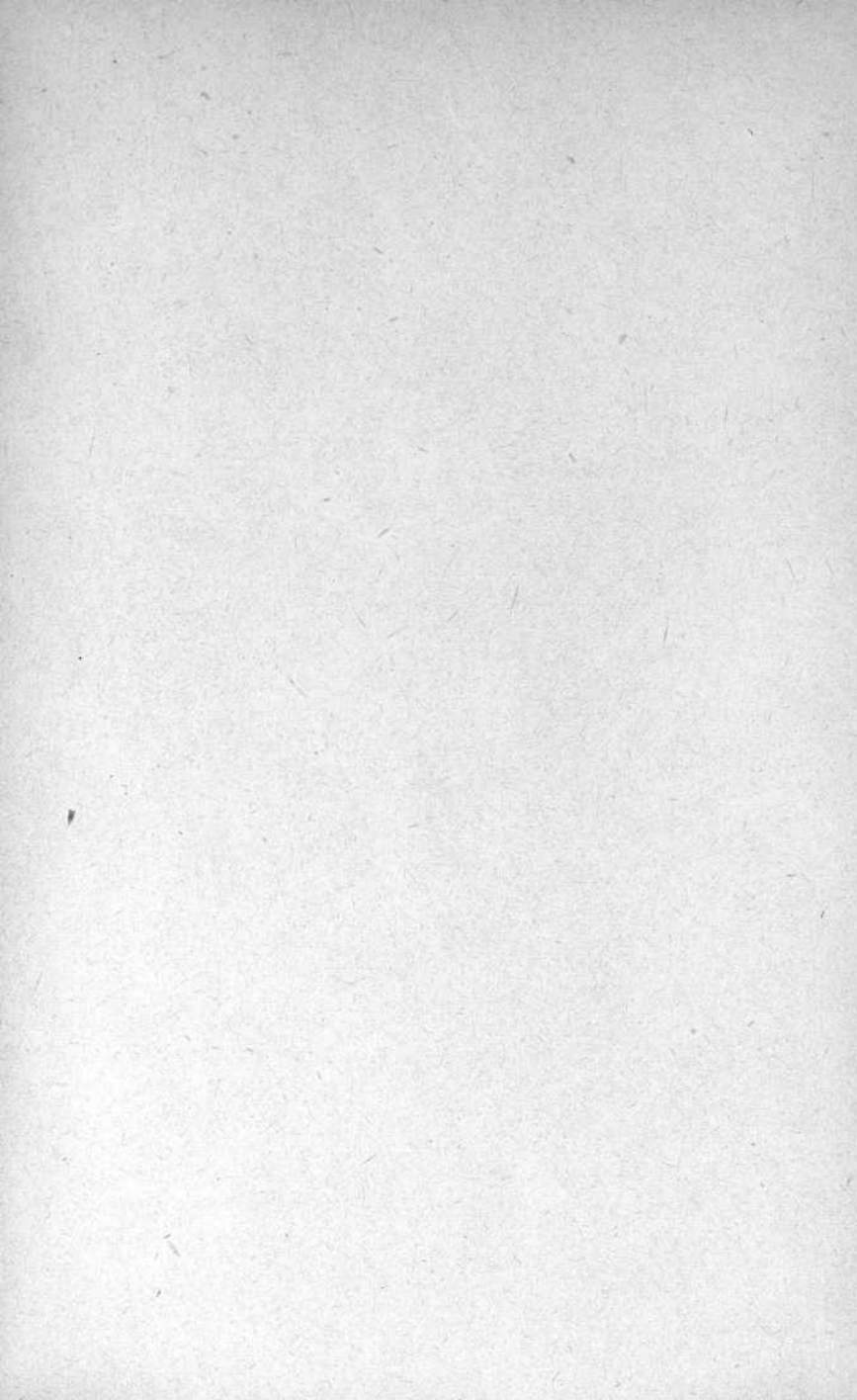
infecciosas? ¿De la tsé-tsé, que inocula la *nagana* al ganado; de otra mosca—también una glosina,— que en África propaga la enfermedad del sueño; de los mosquitos, que inoculan la malaria, y de los diversos insectos que se encargan de propagar la fiebre amarilla y otras enfermedades? Bastará con recordar estos pocos ejemplos, para hacer ver hasta qué punto un sér vivo puede hacer el medio inhabitable para otros. Continuando el examen más de cerca, se encontrarán, sin género alguno de duda, acciones mutuas más curiosas y más inverosímiles que las que han sido ya reconocidas. Nada es, pues, indiferente en la naturaleza, tanto animada como inanimada. Puede parecer inverosímil que la tala de los bosques tenga influencia sobre la industria ostrícola, y, sin embargo, existe esta influencia, según se ha visto en Nueva Zelanda y en Queenslandia, donde una enfermedad ha destruido cantidades enormes de ostras. Viven éstas á lo largo de la costa, y se ha comprobado que su muerte es producida por los gusanos parasitarios del género *Leucodoro*. Mas estos gusanos invaden la ostra porque contiene lodo. Pues bien: este lodo es acarreado en gran cantidad por los ríos; los gusanos se aprovechan de esta circunstancia; necesitan el lodo. Y éste es tan excesivamente abundante ahora, porque los bosques han sido destruídos en el interior del país por el hombre y por los rebaños; las lluvias arrastran la tie-

rra suelta de las vertientes privadas de su cubierta vegetal, y la llevan al mar. Es, sin duda, por la tala de los boques por lo que enferman y perecen las ostras. Los hechos de «economía destructora», de *Raubewirtschaft*, según la expresión de E. Friedrich, de que diariamente es el hombre culpable por la explotación codiciosa é ininteligente de los recursos de la naturaleza—plantas y animales, lo mismo que productos inorgánicos,—tienen una repercusión profunda sobre las condiciones de vida, y acarrean á éstas consecuencias muy inesperadas.

El sér vivo ejerce considerable influjo, á veces lejano é indirecto sobre el medio, y por esto obra en varios sentidos sobre los demás organismos. En esto encontramos la dependencia mutua universal de los séres. Ningún sér vive—ó muere—en sí y por sí únicamente. Ocupa un lugar en un todo perfectamente engranado del que constituye una rueda. No se quita una rueda, no se falsea una pieza, sin que resulten consecuencias para todo el mecanismo. No quiere esto decir que el mecanismo haya sido pensado y fabricado con todas sus piezas. Pero fatalmente, á consecuencia de la imposibilidad en que se encuentran los séres de vivir independientes y sin conexiones con el medio, se han establecido relaciones entre todos—el medio vivo, opuesto al medio inorgánico inanimado—y el todo marcha unas veces bien, otras mal. Las relaciones

pueden alterarse, y cambian en ocasiones, bajo el influjo de transformaciones directa ó indirectamente llevadas á cabo por el hombre ó por los organismos, ó también por modificaciones de orden cósmico, cambios del medio debidos á fenómenos en que la vida no participa; mas no por esto dejan de existir. Siempre hay entre cada sér y cierto número de otros séres, vínculos numerosos y profundos: los organismos forman una sociedad inmensa; la naturaleza es esencialmente social.

LO QUE QUIERE LA NATURALEZA



CAPÍTULO XVII

TODO POR LA ESPECIE

La fecundidad de los animales.—Fecundidad de algunos insectos y peces.—Relación entre el número de los individuos y la producción de huevos.—La descendencia de un solo pulgón, según Huxley.—Observaciones sobre la fecundidad del Roble.—Exceso de fecundidad implica una gran destrucción de las crías.—La fecundidad en las plantas.—Modos distintos de multiplicación.—Métodos para asegurar la utilización de las semillas.—El Callistemon.—Reproducción asexual en los vegetales.—Los recursos de la *Epilobium*.—La partenogenesis en las plantas.—Semillas que germinan antes de desprenderse.—Reproducción agame en los animales.—Prolongación de la vida en las plantas cuya reproducción se impide.—Observaciones de Hömberg.—Las plantas anuales que se hacen vivaces en la montaña.—Rapidez de la muerte después de la multiplicación.—Observaciones sobre los insectos.—Los efímeros.—La filoxera.—La pulga.—Las cigarras de trece y diecisiete años.—El congrio y el salmón.—Acción agotadora de la multiplicación.—Observaciones de Hartig.—Los frutos sin semillas.—El balance de recursos, según Médecus.—El papel de los individuos.—La concepción social de la naturaleza.

Pocas personas ignoran la prodigiosa fecundidad de gran número de animales. Si entre los pájaros y mamíferos la multiplicación es moderada, es, por el contrario, salvo excepciones, muy elevada en otros muchos seres: peces, insectos, moluscos, etc. Una sola hembra de *Hyphan-*

tria produce á 125.000 orugas en una estación; la Esfinge de la Catalpa pone 1.000 huevos próximamente, como el *Prionoxystus*. Otras producen, al año, centenares de miles de seres semejantes suyos. En los peces la fecundidad es proverbial. El arenque produce de 20.000 á 80.000 huevos; el lengua-do, de 500.000 á 800.000; la sarda, de 600.000 á 700.000; la pescadilla, de 200.000 á 800.000; la platija, de 100.000 á 150.000; el rodaballo, de 8 á 9 millones; el bacalao, de 3 á 7 millones; la truchuela, de 17 á 30 millones. Obsérvese de paso, que la fecundidad no está en relación con la proporción numérica en que se encuentran las especies. El arenque es mucho más abundante que la truchuela, produciendo, sin embargo, menos huevos; la sarda es más abundante que el bacalao, que es más fecundo; y el gasto de huevos que hace el rodaballo parece ridículo cuando se compara su fecundidad y el número de estos peces, con la fecundidad y el número de las platijas. Parece ridículo, pero es evidentemente necesario: hay especies cuyos huevos corren más peligros; existen especies en cuya descendencia se produce espantosa destrucción. Una enorme fecundidad implica, en términos generales, la probabilidad de que la gran mayoría de las crías sea destruída, y no es posible sacar conclusión alguna entre la proporción numérica de los individuos y su fecundidad. Las especies más numerosas, que cuentan con mayor nú-

mero de individuos, son aquellas cuya descendencia es escasa, pero que llega á la edad adulta, más bien que las muy fecundas, pero cuyas crías se malogran.

Una gran fecundidad es, pues, necesaria en muchas especies, por razón de la mortalidad considerable á que están sujetos los individuos más jóvenes. Huxley ha hecho un cálculo curioso. Un solo pulgón produce partenogénicamente, en diez generaciones, un trillón de individuos. Dos millones de pulgones, por pequeños que sean, equivalen al peso de un hombre, y aun de un hombre voluminoso. Por consiguiente, al cabo de diez generaciones, la descendencia de un pulgón único ofrece un peso de sustancia viva superior al de quinientos millones de hombres—toda la población de la China.—Como sabemos muy bien que los pulgones, tan molestos á nuestros rosales, ocupan un espacio pequeño, es preciso concluir que en esta raza existe una mortandad espantosa, y que innumerables enemigos los destruyen, sin contar los desastres debidos á la intemperie y á los accidentes: si no fueran desmedidamente fecundos, los pulgones desaparecerían. Otro tanto tendríamos que decir de las plantas en general. En Marzo de 1893, por una razón aún desconocida—pero probablemente de orden metereológico—hubo, debajo de un cierto número de robles del bosque de Montmorency, que yo conocía familiarmente, una

prodigiosa germinación de las bellotas caídas en el invierno. El suelo estaba cubierto de hojas jóvenes: debajo de cada uno de estos robles habría por lo menos de mil á mil quinientas plantas jóvenes. A los tres meses, pude comprobar que apenas sobrevivían, debajo de cada árbol, de diez á quince; y esta enorme mortalidad había sido producida, evidentemente, por la sequedad, puesto que debajo de uno ó dos árboles, en que el suelo estaba cubierto de musgo, el número de los supervivientes era mucho más elevado. Pero antes de terminar el verano habían perecido todos. Además, los que hubiesen sobrevivido, tampoco hubieran podido desenvolverse; la sombra del árbol maternal les habría quitado la vida, y por esta circunstancia es muy raro que prosperen árboles jóvenes debajo de los árboles añosos, lo cual forma un contraste acentuado con la fecundidad de éstos y la abundancia de su prole en la primavera. Por cada millón de bellotas, quizá no hay más que una ó dos que produzcan un árbol; y esto hace que cada año, la mayoría inmensa de las semillas de casi todos los árboles se pierda en absoluto. Lo mismo ocurre con todas las plantas; solo germinan las semillas que encuentran condiciones favorables desde el principio, y solo llegan al estado adulto las plantas jóvenes á quienes las circunstancias son propicias. Ahora bien, las condiciones son rara vez favorables y por consiguiente, hay una terrible mortandad. Para contrarrestar esta

prodigiosa destrucción se necesita la fecundidad desmesurada de los seres; sin ésta, desaparecerían muy pronto. La gran ley de la naturaleza es, pues, que los individuos aseguren la propagación de la especie.

Las aptitudes que les han sido concedidas para que el fin se logre son incontestables. En todos la fecundidad es grande. Las plantas producen semillas en cantidad enorme. En muchas de ellas se muestran ingeniosas disposiciones, cuyo objeto es hacer más eficaz esta fecundidad. Acabamos de leer cuántas bellotas se pierden, por caer ordinariamente debajo del árbol donde no pueden desenvolverse las plantas jóvenes. Hay en esto un vicio de organización que está muy atenuado, por ejemplo, en muchos vegetales, cuyas semillas son muy ligeras ó provistas de aparatos que favorecen su transporte por el viento. Estas semillas, esparcidas á lo lejos, tienen más facilidades para encontrar lugares descubiertos donde le será posible germinar y desenvolverse. El desperdicio es menor. Existen también otros dispositivos: hay uno muy curioso en el *Callistemon*—planta exótica que el malogrado Nandin había logrado aclimatar en Antibes, donde es fácil darse cuenta de la curiosa disposición fisiológica que posee. El *Callistemon* produce semillas como todas las plantas superiores; pero no las deja desprenderse. Las conserva encerradas en pequeñas cúpulas, en tanto que conserva la

vida. Mientras la rama está verde y con vida, es decir, húmeda, las cúpulas permanecen cerradas. Si muere ó se la corta, la retracción de ciertas fibras produce la apertura de la cúpula y las semillas se desprenden. Si se conserva en el agua la rama cortada, las semillas permanecen en su encierro. Evidentemente las semillas tienen más probabilidades de ser útiles si no caen al suelo hasta que la planta madre perece.

Las plantas no solo ofrecen la generación sexual; poseen también la generación agama ó asexual.

La facultad de reproducción asexual está muy desenvuelta en las plantas, aun en las de organización muy elevada; en éstas persiste esta facultad bajo una ú otra forma. Casi no existe parte alguna que no sea capaz de regenerar el todo; de ser el punto de partida de un nuevo individuo perfecto y completo. Una estaca, colocada en favorables condiciones, echa raíces enseguida; una yema ingerta en una planta de especie conveniente se desarrolla á expensas de los jugos de esta última, y con estos jugos forma una planta completa, una planta con su tallo, sus ramas, sus flores, sus frutos y sus hojas; una planta completa, á excepción de las raíces. Todas las partes de la planta son capaces de reproducir un individuo nuevo, sin la intervención de fenómenos sexuales: muchas partes hasta son capaces de llenar nuevas funciones diferentes. Un

árbol desarraigado y nuevamente plantado invertido, con las raíces al aire y las ramas metidas en la tierra, se acomoda perfectamente á su nueva situación. Las ramas forman raíces; y las raíces expuestas al aire, producen yemas foliáceas. Nada tiene de sorprendente el que las ramas en caso de necesidad se conviertan en raíces; pero la transformación de las raíces es muy curiosa. Sin embargo, hay plantas en las que esta transformación es cosa habitual y corriente: plantas como la *Anemone japónica*, cuyas raíces están cubiertas de yemas foliáceas nacientes. El caso más extraño es quizá el de la begonia y de algunas otras plantas en las que el poder de reproducción se encuentra hasta en las partes de importancia secundaria como las hojas. ¿Se hiere una hoja de begonia? Inmediatamente se forman, á lo largo de la herida, una cantidad de plantas jóvenes, de las cuales cada una constituirá, en condiciones favorables, una begonia completa. Las hojas de muchas plantas crasas —Echevería y Serperisomu entre otras y las de la Gloxinia y de la Pawlonia también,—se prestan muy bien á la reproducción asexual. El mismo fenómeno se produce en los bulbos. Si se secciona uno de éstos, en la superficie de sección se forman otros pequeños muy abundantes, cada uno de los cuales reproducirá una planta entera. En estos casos no es que exista una preformación de yema, sino que ésta se forma á consecuencia de la herida que ha

servido de obstáculo para el crecimiento normal, y en cierto modo aguzado la vitalidad en una dirección diferente y nueva. Una cosa análoga pasa en muchos helechos. Normalmente, la base carnosa de las froudes no produce hojas nuevas; pero si se la corta se ve desenvolverse nuevos individuos sobre la superficie de la sección. Esta facultad es muy útil á las plantas. No pudiendo éstas moverse y viajar como los animales, están además expuestas sin cesar á ser pisoteadas y deshechas por los animales. En ocasiones parece que están destruídas y aniquiladas; pero en realidad no es así, los fragmentos están útiles y cada uno de ellos es capaz, si las circunstancias son favorables, de producir un nuevo individuo. El cataclismo no es más que una ocasión para formar una colonia. Habrá quizá alguien que creerá destruir tal helecho, reduciéndole á menudas partes, y en realidad contribuye á multiplicarle: cada trozo es el punto de partida de un pie nuevo. El proceso es largo á veces; pero no hay que desesperar; en ocasiones se necesitan varios meses para que un fragmento desprendido produzca un individuo. El jardinero, conociendo esta circunstancia, trata de ayudar la naturaleza; y el modo mejor consiste en colocar en el fondo de un vaso de vidrio un poco de arena, que luego se humedece bien y sobre la cual se depositan los fragmentos que han de servir para la reproducción, se tapa el recipiente con un

disco de vidrio y se deja todo á la sombra, tranquilo, con preferencia en una estufa. En estas condiciones el brote de las yemas se verifica con rapidez y los resultados son muy satisfactorios.

En muchas plantas un trozo de raíz basta para reproducir un individuo completo. Plantando trozos de raíces es como los jardineros propagan el muguete: operación que también resulta bien con el *Pelargonium*, con la Grama nudosa (sello de Salomón), la Yucca, el *Authurium*, la Pasoloma, y muchas otras especies. Se observa, sin embargo, aun entre plantas muy afines, diferencias considerables: la morera blanca prende fácilmente por estaca, la negra necesita dos años, la roja no prende nunca.

Existen plantas que utilizan normalmente la reproducción asexual del mismo modo que la sexual. Tal ocurre con la *Epilobium roseum*, especie invasora; pues además de producir cada año de trescientas á trescientas mil semillas, lo cual le permitiría, si no tuviera necesidad de condiciones especiales, cubrir el mundo entero en menos de cinco años, practica también la multiplicación asexual. Antes de morir, en Octubre, produce en la base del tallo algunas ramitas, que echan raíces adventicias que penetran en la tierra; luego se desprenden de la planta madre, formando individuos separados, con sus propios recursos, y muy robustos. Formados de una rosácea de 8 á 10 hojas cor-

tas, plegadas en dos, imbricadas, extendidas en el suelo, con tejidos resistentes, se diferencian mucho de la planta madre durante el invierno. Pero en la primavera se alargan y toman el aspecto acostumbrado de la especie. Hay en esto un verdadero acodamiento natural muy favorable al mantenimiento de la especie.

No tienen los animales tantos recursos como las plantas. Los animales superiores, sobre todo, pues á medida que un sér es más elevado en jerarquía, pierde las aptitudes que poseen los organismos menos perfeccionados. El poder de regeneración y de generación asexual es una de éstas. Muchos invertebrados pueden multiplicarse asexualmente: en algunos el poder de regeneración es tal, que una parte poco importante desprendida del cuerpo es capaz de regenerar todo lo que le falta para formar un órgano completo. La facultad de regeneración es también bastante pronunciada en los anfibios, pero más alto en la escala animal es ya muy restringida. Una rana puede rehacer una mano: ni los pájaros, ni los mamíferos, pueden rehacer un dedo. Y en los animales superiores, la reproducción asexual es nula. Los gusanos, sin embargo, la tienen muy desarrollada; varios la utilizan normalmente, haciendo brotar un nuevo sér detrás de ellos, á la vez que ponen en práctica la reproducción sexual.

La reproducción es, en efecto, la gran cuestión

de la vida de los organismos: en ella está su principal fin. Pudiera decirse también, que esto constituye, por doble motivo, su fin; es el objetivo que la naturaleza persigue, y es también la señal del fin del individuo. El individuo tiene por función la propagación de su especie: cumplida ésta, pierde su importancia y la naturaleza no se cuida de él. Ya no tiene valor á sus ojos y le deja perecer. ¿No ha propagado aún su especie? Pues vive. A principios del siglo XVIII—en 1710—Homberg hizo una observación interesante relativa á este asunto.

Si se despunta una planta anual antes de que dé semillas, dice Homberg, se hace vivaz: en vez de perecer en el invierno, resiste y se convierte en vivaz, ó á lo menos en bianual, produciendo semillas al año siguiente. (*Hist. et Mém. de l'Acad. Roy. des Sciences*, 1710). Más recientemente el hecho volvió á descubrirse por un jardinero americano, que consiguió hacer vivaz gran número de plantas anuales, pellizcándolas antes de la formación de las semillas. A veces es la misma naturaleza la que se encarga de pellizcar á las plantas. Las plantas anuales que viven en las montañas, no disponen, en el corto verano de que disfrutan, de tiempo suficiente para formar sus semillas. Por esto se hacen vivaces. Forman rizomas y así viven de un año para otro. Otras producen yemas adventicias en sus raíces y así llegan á vivir seis y ocho años, en lugar de un año que viven en la llanura. Todas

nuestras plantas anuales parece que no tienen más que un fin: la multiplicación. Desde el momento en que han producido las semillas, parece que ya no tienen fuerzas: aun bien cuidadas y protegidas, se marchitan y mueren. Las bianuales son más robustas; todos los años vemos, si el invierno ha sido suave, pies de digital y de campanula que han florecido y que permanecen en el sitio, reproducirse por brotes asexuales y producir individuos que florecerán al verano siguiente.

La multiplicación de la especie está tan íntimamente unida con el fin del individuo, que muchas veces se observa que amenazado éste de perder la vida, se apresura á reproducirse. Ya he citado precedentemente el caso de un campo de agaves que, mutilados por soldados que no tenían á mano otra cosa que destruir, florecieron todos. No ignoran los jardineros la tendencia de la planta: saben que para precipitar la fructificación de una rama, basta con practicar en ella una incisión anular. Pero el método, si es eficaz, tiene sus inconvenientes: los frutos son generalmente medianos de sabor, y la rama muere prematuramente; mas ha respondido al llamamiento; amenazada de muerte ha cumplido con urgencia su deber para con la especie.

Pero es en los animales donde se observa mejor la conexión entre la multiplicación y la muerte. En general, los animales viven para la reproducción y hasta la reproducción. Cumplida ésta, se ha cum-

plido el fin del individuo, y éste perece. Es un hecho terminante, en particular, entre los insectos.

Es verdad que algunas mariposas, contrariamente á la ley general, que es vivir de tres á siete semanas la existencia adulta y reproductora, viven nueve, diez y doce meses, invernando, se entiende. Pero estas mariposas de extraordinaria longevidad más bien confirman la regla: la excepción no es más que aparente. Las mariposas ponen generalmente un número muy considerable de huevos en poco tiempo, y mueren enseguida. Pero algunas no ponen más que un huevo cada vez y tienen una época de postura muy larga: éstas son las invernantes, y viven mucho tiempo. No mueren tampoco sino después de haber cumplido su misión. En ambos casos la muerte sigue de cerca el término de la multiplicación.

Otro tanto pasa con los efímeros, que sufriendo la última muda de la tarde, por la noche se reúnen en enjambre nupcial y antes de que llegue el día ha perecido la mayoría, después de haber abandonado por la noche sus huevos al azar. Ciertas especies no llegan siquiera á la forma adulta ni á la última muda; no se conoce más que la *subimago*: la multiplicación se hace antes, y el animal muere habiéndose reproducido, sin haber sido exactamente adulto. La masa de los huevos, hinchándose, rompe las paredes del cuerpo de la hembra, que muere en el acto. Hasta tal punto es la multiplica-

ción el verdadero fin del adulto, que algunas especies se ven privadas de órganos digestivos.

La filoxera macho no tiene ni trompa ni canal alimenticio; es simplemente una transportadora de gametes machos, y en cuanto los abandona perece. En un insecto que vive en el alfónsigo terebinto, ni el macho ni la hembra tienen aparato nutritivo; su vida es infinitamente corta, por consiguiente. La pulga podría alimentarse, pero no lo hace; en el momento que pone su huevo rehusa todo alimento y muere á los dos ó tres días. La abeja macho perece aún más pronto: á veces durante el mismo vuelo nupcial, en el instante que sigue al cumplimiento de su función.

Más ó menos pronto, después que el adulto ha llenado sus deberes para con la especie, sobreviene la muerte. En general, puede decirse que la duración normal de la vida es tanto más larga cuanto más lenta es la multiplicación.

Los pajarillos que ponen varios huevos, á veces varias posturas en la misma estación, viven menos que otros que no producen más que un sólo huevo por año. Y los mamíferos que no procrean más que un individuo, viven más tiempo que los que tienen una prole numerosa.

En otras muchas especies es sorprendente la desproporción que existe entre la duración de la vida larvada y la de la vida adulta. El abejorro pasa casi tres años bajo tierra para llegar á una

existencia adulta de cuatro á ocho semanas á lo sumo. Pero la palma le corresponde á las cigarras de los Estados Unidos, á la *Cicada Tredecim Septemdecim*, cuyas larvas viven de trece á diecisiete años para alcanzar una existencia adulta de dos meses próximamente, más bien cinco ó seis semanas, durante las cuales no comen, pues su tubo digestivo es demasiado imperfecto para poder desempeñar su función. Toda su labor consiste en depositar los huevos, después de la fecundación, en las ramas de los árboles, y luego morir. Se conocen otros muchos ejemplos de animales que mueren inmediatamente después de la reproducción—excepción hecha de los que tienen que criar á los hijos, como los mamíferos y los pájaros;—la hembra del congrio, antes de reproducirse, permanece meses enteros sin comer y muere en cuanto ha expulsado sus huevos; el salmón, que remonta los ríos para desovar, no come y se muere también al poco tiempo de haberse reproducido y sin haber quebrantado su ayuno.

Repitamos una vez más que parece como si el organismo tuviera conciencia de que su función esencial en la naturaleza es propagar la especie; cumplida esta misión, desaparece. Y lo que la naturaleza ansía es la multiplicación; por lo menos, así parece. Mas conviene no hacer uso de expresiones que implican personalizaciones, ó una teología de la que el naturalista no desea oír hablar

más á ningún precio; es más exacto expresar esta circunstancia diciendo que los organismos están todos provistos de aparatos de multiplicación; que tienen tendencia á hacer uso de ellos, como de todos sus aparatos, y que, generalmente, cuando han realizado su obra, que no es ilimitada é indefinidamente renovable, mueren. Y no cabe duda: no mueren porque sientan que la obra está acabada; no es porque ellos puedan considerarse inútiles bajo el punto de vista de la especie; lo que en realidad sucede es que mueren porque han hecho un esfuerzo superior á sus fuerzas; mueren por haberse multiplicado. La reproducción representa, en efecto, un gasto fisiológico y químico considerable. Hartig ha observado, por ejemplo, que el abedul pasa setenta ú ochenta años de su vida acumulando provisiones de materias nitrogenadas, fósforo y potasa, y que cede la casi totalidad de estas reservas á sus semillas en cuanto comienza á producirlas; necesita luego de tres á cinco años para rehacer su provisión y ponerse otra vez en estado de granar de nuevo. Puede muy bien admitirse que el reparo de las reservas se hace cada vez más difícil por el envejecimiento de los tejidos, y que llegará un momento en que el árbol, agotado por sus gastos fisiológicos, no siendo ya apto para reproducirse, tampoco lo será para vivir.

En el salmón, que, como hemos dicho, cesa de comer un cierto tiempo antes de reproducirse,

es evidente que los gametes multiplicadores se constituyen, ó por lo menos, adquieren su desarrollo, á expensas de los tejidos del cuerpo, en particular de los músculos, cuya sustancia se transforma y cambia de lugar. Todo él se pone á contribución: nada tiene de extraño si esta extracción de sustancia le agota y aniquila, y si el animal muere después de haber cumplido la necesidad esencial en el individuo con relación á la especie. Tampoco nada tiene de sorprendente que las plantas anuales á quien artificialmente se ha creado un obstáculo para la formación de gametes, persista una mayor vitalidad, que las permita alargar su existencia individual; ni que en las variedades de uvas y de naranjas, sin pepitas, el fruto pueda adquirir cualidades particulares: no existiendo los gastos requeridos para formar las pepitas, tiene la planta más recursos que poner á disposición del fruto. Sería interesante saber, dicho sea de paso, si la vida es más larga en los individuos que no producen semilla que en los normales. Merece, en todo caso, señalarse un hecho: fué presenciado por Medicus en 1790 á consecuencia de experiencias que le fueron sugeridas por una observación accidental. «Las plantas, dice, que tienen la facultad de reproducirse por las raíces en grado muy pronunciado, son muy poco aptas para producir semillas, por más que ningún observador pueda negar la presencia y la integridad de los órganos se-

xuales. La verdadera causa de esto parece estar en el hecho de que las plantas utilizan toda su energía en acrecentar sus raíces y en concentrar sobre estos órganos toda su actividad nutritiva, de tal modo que no queda nada para la formación de la semilla. Las plantas anuales y las que tienen un tiempo de existencia limitado, producen, al contrario, semillas, porque tienen poco poder ó no tienen ninguno para multiplicarse por sus raíces, que se descomponen enseguida que la semilla se ha formado.

El balance que existe entre las reproducciones sexual y asexual parece demostrar que hay en cada individuo un presupuesto de recursos totales: lo que de éstos se utiliza para la función reproductora, se pierde para las funciones individuales; lo que se da en cierta forma no puede darse en otra diferente.

De cuanto se ha dicho resulta establecida la universalidad del sacrificio de los individuos por la especie. Llena de solicitud cuando se trata de favorecer la multiplicación de los individuos, la naturaleza es verdaderamente impía no bien la obra está cumplida. Los individuos que se han propagado y no pueden reproducirse nuevamente, tienen á sus ojos muy escaso valor: son abandonados á su suerte, esto es, perecen. «Vemos, pues, dice Harvey, que los individuos, machos y hembras, no existen sino para preparar huevos, de modo que la

especie perdure aun cuando sus progenitores pasen. Y es evidente que los padres no son jóvenes, hermosos, ardientes y aptos para proporcionar la vida, sino en tanto que gozan del poder de producir y de fecundar huevos, y de engendrar de esta suerte á sus semejantes. Mas una vez logrado este gran objetivo de la naturaleza, han llegado ya el apogeo de su sér; el fin de su existencia ha sido cumplido; en adelante, caducos, inútiles, comienzan á ajarse, y como rechazados y abandonados de la naturaleza y del Creador, envejecen, y cansados de la vida, caminan á su muerte.

Es esto perfectamente exacto en el fondo. «Todo por la especie», parece ser el lema. Y no es ciertamente una de las curiosidades menos interesantes de la organización de la naturaleza viva, la doctrina social, anti-individualista, que puede deducirse de los fenómenos de que acabamos de hablar. La unidad orgánica no es, pues, el individuo: es la especie, y todo en el individuo, incluso su vida, está subordinado al beneficio de la especie. El individuo no es más que un simple vehículo de huevos, un efímero portador de la antorcha de la vida. Y para la naturaleza, la antorcha lo es todo; el portador no es nada desde el momento en que ha transmitido la llama.

EL FIN

CAPÍTULO XVIII

LOS PRELIMINARES DEL FIN

¿En qué consiste el envejecimiento en los animales superiores?—Los fenómenos de la senectud, según M. Metchnikof.—La atrofia de los elementos especializados y el desarrollo de las células conjuntivas.—La lucha entre las células; la destrucción de los elementos especializados por los macrófagos y su sofocación por las células satélite.—¿Por qué los macrófagos se arrojan sobre las células?—Intoxicación de aquéllos por los productos de la vida celular.—¿Se puede luchar contra esta intoxicación?—Utilización posible de los sueros citotóxicos.—Manera de prepararlos para el hombre á expensas del mono.—Otro aspecto de la senectud.—Las experiencias de Jacques Loeb sobre la prolongación artificial de la vida en los huevos de erizo de mar.—Un medio químico de sextuplicar la duración normal de la vida del huevo.—Lo que esta concepción tiene de común con la que precede.—Función posible de ciertas glándulas en los fenómenos de la senectud.—La senectud prematura y las perturbaciones glandulares.—Ideas que se continuarán.—Insuficiencia de nuestros conocimientos actuales.

Sin duda, envejecer es un privilegio y, en cierto modo, es un privilegio raro. La mayor parte de los organismos mueren antes de haber podido envejecer; mueren accidentalmente ó bien de enfermedades en su mayor parte parasitarias. Mas, en algunos, la muerte viene con mayor lentitud y la vejez tiene tiempo de instalarse. Éstos mueren de muy distinta manera, y es preciso examinar el

mecanismo por el cual la vejez concluye con la vida. Veamos en qué consiste, refiriéndonos, sobre todo, á los animales superiores y al hombre.

El hecho principal que resulta probado de los perseverantes estudios de M. Metchnikof, relativos á los fenómenos de la senectud, al envejecimiento de los órganos y de los tejidos, es que la decrepitud de las distintas clases de células que componen los organismos superiores—todos los organismos, excepto una parte de los protistas—consisten esencialmente en la atrofia de los elementos nobles y específicos de los tejidos, seguido de su sustitución por tejido conjuntivo hipertrofiado. La muerte alcanza, en primer término, en las células especializadas, á los elementos especiales; por la desaparición de éstos comienza y se verifica la muerte de la célula compleja, cuyas partes no especializadas pueden continuar viviendo y aun multiplicándose á tal punto, que se concibiría perfectamente la posibilidad de que una célula aristocrática que haya perdido sus partes y sus aptitudes superiores, pudiera continuar viviendo bajo forma de célula plebeya, poseyendo aún las aptitudes propias de las células simples, pero despojada de los atributos que hacían de ella una célula superior.

A decir verdad, entre esta célula decaída, pero capaz de vivir, y la célula sencilla que constituye todo el organismo de ciertas algas, por ejemplo, no

existe quizá diferencia esencial alguna. En estas condiciones se plantea el problema; se trata de averiguar cómo en la célula aristocrática mueren los elementos nobles.

M. Metchnikof ha reunido muchas observaciones del mayor interés, en lo que concierne al mecanismo de la senectud y la desaparición de los elementos especializados de la célula. En primer lugar, sobre el hecho de esta desaparición no cabe duda. Estos elementos se atrofian, y en su lugar se establece enseguida el tejido conjuntivo, cuando aún no están totalmente destruídos. Nada más curioso en este sentido, que lo que pasa con las células del ovario, las únicas aptas para reproducir el sér entero y al mismo tiempo las más delicadas. Henle, el anatómico alemán, cuenta como unos 36.000 óvulos en la mujer de diez y ocho años. Ahora bien, de esos 36.000 óvulos, apenas 1 por 200 logran salvarse. El resto son devorados por los fagocitos.

Lo mismo ocurre con las demás células especializadas del organismo.

La vejez es, pues, un período caracterizado por la lucha que se establece entre los elementos nobles del organismo y los elementos inferiores; entre las células especializadas del cerebro, del riñón, del hígado, de las glándulas sexuales, del músculo, y las células de apoyo que forman el tejido conjuntivo. Estos últimos, menos delicados, más ro-

bustos, atacarían á las primeras y las devorarían, reemplazándolas anatómicamente sin poder reemplazarlas fisiológicamente; ocuparían su lugar, pero sin poder cumplir su misión. Los elementos inferiores, que de este modo destruyen y consumen los elementos específicos, son principalmente los fagocitos, células sencillas, movibles ó fijas, más grandes, ó más pequeños; macrófagos y micrófagos. Estos orgánitos no son únicamente maléficos, como pudiera creerse; prestan también grandes servicios; así los micrófagos entablan la lucha contra los microbios, cuando éstos nos invaden; y los macrófagos nos curan de nuestras lesiones mecánicas.

En la vejez, los macrófagos deben ser los más activos. Poniéndose en movimiento bajo el influjo de causas generales, entre las cuales se cuentan las intoxicaciones, se unirían á los elementos específicos y les harían desaparecer. Como quiera que los fagocitos no se unen ordinariamente sino á los cuerpos extraños y á las sustancias nocivas, es preciso admitir que los elementos específicos á los cuales se adhieren, presentan alguna alteración, y de algún modo han llegado á hacerse inertes ó perjudiciales. Esencialmente sepultureros, los fagocitos no deben ejercer su función más que sobre elementos ya enfermos. Así, por interesante que sea la doctrina que adjudica á los fagocitos un papel importante en la historia de la senectud, debe reconocerse que constituye una explicación de las

más insuficientes. Es interesante averiguar cómo las células específicas que se han hecho incapaces son eliminadas; pero la cuestión que importa es otra: saber cómo se ha producido su incapacidad.

Primeramente es preciso indicar, aunque sea de paso, que la fagocitosis, tal como la ha descrito M. Metchnikof, no se observa en todos los órganos.

Ni M. Marinesco, ni diferentes anatómicos que han tratado de observar los fenómenos relatados por M. Metchnikof, han visto que los fagocitos devorasen células nerviosas. Y en ningún fagocito cuya autopsia se haya hecho según los métodos disponibles, se han hallado huellas de las comidas criminales que se les atribuyen. Lo que se ve es lo siguiente. En estado normal, el elemento celular nervioso se compone de un complicado conjunto de fibras nerviosas, de tejidos de sostenimiento y de algunas células intersticiales de naturaleza nerviosa, llamadas satélites por Ramón Cajal. Estas células tienen una energía nutritiva considerable; pueden aumentar considerablemente en volumen y en número. En uno y otro caso, ocupan mayor espacio, que se procuran á expensas de lo que las rodea, en particular comprimiendo la célula nerviosa que es menos resistente. Esta compresión no es fatal por necesidad, si bien lo es con frecuencia. La célula se desorganiza, se atrofia y desaparece por una especie de fusión en el lugar mismo que

ocupa y sus elementos disociados se extienden por el medio ambiente y son absorbidos por los elementos intersticiales, siempre dispuestos á comer. En todo este proceso no hay nada que se parezca á la fagocitosis. ¿Pero qué son estas células satélites que desorganizan el elemento nervioso?

No son elementos inmigrados; no son macrófagos. Las células satélites no vienen, pues, de fuera; se desarrollan *in situ*, y no devoran las células nerviosas; las células satélites no tienen nada de macrófagos; se desenvuelven, á lo que parece, simplemente porque, atrofiándose el elemento nervioso, encuentran espacio libre. Extinguido el órgano regulador de la nutrición,—la célula nerviosa—no es sorprendente que los fenómenos nutritivos se perturben y que la anarquía presida á la distribución de los alimentos. Esta anarquía, originada por la perturbación primitiva de la célula nerviosa, concluye por arruinarla: los satélites, desenfrenados, se aglomeran y la comprimen, paralizándola aún más.

El mal irradia, pues, de la célula. Pero, ¿en qué consiste? Su existencia parece ser un fenómeno general: con la edad, las células nerviosas disminuyen de volumen, y se atrofian. Su naturaleza todavía es incierta; pero parece seguro que las perturbaciones de la circulación, tan frecuentes en los viejos que tienen el sistema arterial lesionado, son de tal índole que provocan una anemia relativa, y

la célula nerviosa es muy sensible á la anemia. De otra parte, las numerosas toxinas que circulan en la sangre deben obrar también sobre estas células. Y no bien son afectadas en su vitalidad, su acción trófica cesa ó disminuye; la anarquía se instaura, las células satélites se hartan, engordan y sofocan á la célula nerviosa.

Parece, pues, que las células especializadas del organismo, las células más elevadas en estructura y en funciones, las células más importantes, son en la vejez las víctimas de dos categorías de orgánitos ó células: las células elementales llamadas fagocitos, muy sencillas, que recuerdan á las amebas y organismos del mismo género; y también ciertas partes de determinados elementos de las células más elevadas, que pueden desprenderse y volverse contra ellos.

Esto es cuanto se sabe; pero si bien es muy interesante el proceso por el cual se hace la destrucción de los elementos nobles, lo que arrastra consigo la decadencia del organismo y su envejecimiento, es evidente que nos contentaríamos con poca cosa si nos atuviéramos solamente á hacer constar el hecho. Lo que principalmente se necesita saber no es de qué manera desaparecen los elementos superiores, sino *por qué* se ven atacados y devorados ó disgregados.

Los macrófagos y satélites no son, evidentemente, sino enterradores: han atacado y destruído

las células superiores porque éstas estaban enfermas, y las han tratado como á cuerpos extraños, fieles á su tradición de expulsar y destruir todo lo que no encaja en el organismo.

Los fagocitos no devoran las células específicas y el tejido conjuntivo no ahoga los elementos nobles sinó porque estos elementos están ya afectados. Y visiblemente, son las toxinas del interior y los venenos de fuera, accidental ó voluntariamente introducidos, los agentes que poco á poco atacan á las células y amenguan su vitalidad.

El envejecimiento, pues, consistirá esencialmente en una intoxicación de las células, debida á los venenos del interior segregados por cada una de ellas, y también á los venenos del exterior ingeridos con los alimentos, ó bien producidos por innumerables microbios del tubo digestivo, según la opinión de M. Metchnikof.

La cuestión está en saber si esta intoxicación es inevitable. Por analogía así lo parece, puesto que el elemento especializado no puede, en general, rejuvenecerse, no puede multiplicarse. Además, no bastaría con que pudiera multiplicarse, porque los infusorios, que pasan su tiempo en hacer esta operación, acaban por hacerse caducos y degenerar. Para rehacerse necesita, como lo ha demostrado Maupas, ó bien la conjugación con sus congéneres—y esto no puede aplicarse á la célula nerviosa,—ó también, según Gary Calkins—una

mejora del régimen alimenticio. Esta última alternativa no es quizá irrealizable. Y precisamente por esto, la idea de emplear los sueros citotóxicos, emitida por Metchnikof, puede defenderse.

Poseemos sueros citotóxicos; sabemos preparar sueros diversos que tienen la propiedad de destruir los diferentes elementos específicos: nervioso, hepático, etc. Ahora bien: aun cuando estos sueros son destructores empleados en altas dosis, son, por el contrario, estimulantes y fortificantes cuando se usan en dosis pequeñas. Sería, pues, muy racional tratar la vejez por medio de sueros citotóxicos, utilizando uno tras otro los sueros propios para fortificar los diferentes elementos específicos del organismo, en el momento en que existan razones para creer que están atacados ó simplemente amenazados.

Al mismo tiempo, sería necesario cuidar de apartar las causas de intoxicación de los elementos específicos. Son éstas diversas, y no es igualmente fácil separarlas. Hay dos enemigos temibles: el alcoholismo y la sífilis, que por sí solos explican la mitad de los casos de arterio-esclerosis: las toxinas de los microbios intestinales son también muy temibles, por lo cual es necesario buscar el medio de destruirlas ó de anular su acción malhechora.

Mas en este punto se presenta una dificultad grande. La preparación de los sueros citotóxicos para el hombre debe hacerse con órganos huma-

nos, y la ley no permite abrir un cadáver hasta pasadas las veinticuatro horas después de su muerte; y aun cuando lo permitiese antes, las vísceras estarían ya demasiado alteradas. Se necesitaría poder extraer los órganos del hombre inmediatamente después de la muerte, y siempre que ésta no fuese debida á enfermedad. Sería necesario poder matar al hombre y sacarle en el acto los órganos. Basta con enunciar las condiciones requeridas para estar seguros de que ninguna sociedad civilizada estará dispuesta á obtener muchos sueros humanos contra la vejez, aparte de algunos ejemplares que puedan proporcionar los condenados á muerte.

Quizá haya un medio de salir adelante con el empeño. Los trabajos de Unlenhuth, de Friedenthal, de Nutall y de muchos otros, han demostrado las grandes analogías químicas que presenta la sangre de especies próximas. Estas analogías disminuyen á medida que se comparan especies más distanciadas; pero bajo ciertos respectos, entre especies próximas no existe, por decirlo así, ninguna diferencia. Sentado esto, puede preguntarse si los sueros citotóxicos preparados para el mono con órganos del mono no serían también eficaces en el hombre. Ya ha adquirido el mono un lugar en la ciencia: se conoce el arte de trasferirle la enfermedad que, hasta el presente, era privilegio de la raza humana, y se espera sacar de su mal el medio de curar el de los hombres; quizá se le pueda pedir

aún más: que sea nuestro sostén en los días de la vejez.

Es posible que se encuentre otro medio de resolver el problema; cuando menos podremos pensar en él, en vista de un hecho que ha sido descubierto por el eminente biólogo, Jacques Loeb.

Este hecho—que confirma la opinión, muy original, que M. C. Sedgwick Minot ha emitido sobre el envejecimiento en el recién nacido—consiste en que, en el huevo no fecundado, en la célula cuyas virtualidades son más considerables, la tendencia á la muerte se ofrece con mucha intensidad, pero puede combatirse de una manera eficaz. Esta última afirmación resulta de la observación de ciertos fenómenos que fácilmente pueden observarse en los huevos del erizo de mar.

Estos huevos, mientras no han sido fecundados, tienen una vitalidad muy limitada. Conservados en el agua de mar, su medio normal, se debilitan al cabo de veinticuatro horas; si después de este lapso de tiempo se les fecunda, su desarrollo se detiene bien pronto y con frecuencia no se verifica. Á las treinta y dos horas ya no se produce desarrollo alguno y los huevos se disgregan; la muerte anatómica sucede á la muerte fisiológica, lo cual demuestra que la tendencia á la muerte es poderosa. Una vez confirmado el hecho, M. Loeb se preguntó si habría medio alguno de combatirla. Lo buscó, y lo halló al fin. Consiguió averiguar—

dejando á un lado el historial del caso—que ciertas sustancias químicas gozan de la propiedad de prolongar la resistencia á la muerte y, por consiguiente, de prolongar la vida. El cianuro de potasio—veneno de un poder extraordinario—está en este caso. Los huevos no fecundados de erizos de mar, condenados á muerte total al cabo de treinta horas por término medio, hacen con la vida una escritura de real importancia cuando se incorpora al agua de mar, en que están sumergidos, un poco de cianuro de potasio. Pueden vivir setenta y dos horas, y á veces noventa y cien, y en estas condiciones conservan sus aptitudes especiales y también las generales. Claro está que ciertas proporciones de cianuro son más favorables que otras; hay una dosis exacta que no se puede exceder ni acortar sin acarrear una acción nociva. Aquí, como en muchas otras circunstancias, la dosis, la proporción, desempeña un papel importante, y también otros factores, por ejemplo, la facilidad mayor ó menor con que la solución que contiene los huevos puede evaporarse, pues formándose ácido cianhídrico, importa favorecer la evaporación. Pero dejemos los detalles y retengamos el hecho de que las células que se precipitan hacia la muerte en veinticuatro ó en treinta horas en estado normal, detienen su carrera cuando se las pone en presencia de ciertos productos químicos, y prolongan su vida varios días. Parece que es be-

neficioso, en general, que el veneno esté presente, en un principio, en dosis bastante fuerte, y que enseguida se disminuya ésta. M. Loeb ha llegado á prolongar la vida de los huevos de erizos de mar seis y siete días, colocándolos en soluciones de concentración decreciente. Y estos huevos conservan su vitalidad de tal modo, que son susceptibles de fecundación osmótica, por ejemplo, durante el mismo tiempo que son capaces de fecundación natural, es decir, durante cinco ó seis días más que cuando no son tratados por el cianuro de potasio.

Por consiguiente, tenemos ya una prolongación notable de la duración de la vida: el veneno lleva esta prolongación hasta el séxtuplo de su período normal.

¿Cómo obra? El ácido cianhídrico que se forma en las soluciones que prolongan la vida de las células, y cuya presencia se revela por el olor de almendras amargas que se desprende, es un veneno violento. Es un veneno que dificulta especialmente los procesos de oxidación de los tejidos y su respiración. Por tanto, cabe preguntar si no se llegaría al mismo resultado dificultando estos procesos por otro medio, el cual está perfectamente indicado y que consiste en privar de oxígeno á las células cuya existencia se desea prolongar.

M. Loeb ha hecho, pues, la experiencia: ha mantenido los huevos de erizo en una atmósfera de hi-

drógeno, sin trazas de oxígeno. Es inútil entrar en detalles; nos basta con el resultado, y éste demuestra que la privación de oxígeno no ejerce, por decirlo así, acción alguna favorable: no prolonga la duración de la vida de los huevos. El ácido cianhídrico no obra, pues, oponiéndose á las oxidaciones. Se necesita buscar, por consiguiente, otra explicación.

Quizá se comprenderá mejor lo que pasa, ha dicho M. Loeb, experimentando sobre huevos más transparentes que los del erizo de mar, que permitirán ver con el auxilio del microscopio cuál es el efecto producido por el cianuro de potasio. Se han empleado con este objeto huevos de una estrella de mar y, por este medio, ha podido averiguarse que la prolongación de la vida de las células ovulares sometidas á la acción del cianuro, es debida á la interrupción, á la detención de ciertos cambios que se verifican normalmente en el interior del huevo abandonado en el agua de mar. Estos cambios consisten en una reducción del núcleo, con expulsión de una parte del huevo, de los glóbulos polares. Y una vez operados estos cambios, el huevo marcha rápidamente hacia su desintegración. Pero si antes de la aparición de estos cambios, se pone el huevo en una solución de cianuro de potasio, no se verifica modificación alguna. Los cambios que caracterizan la madurez del huevo no se realizan. Resulta, pues, que por el uso del ve-

нено se inmoviliza en cierto modo la célula, conservando su condición actual sin daño para su aptitud de evolucionar ulteriormente: se detiene la vida sin extinguirse.

—Pero, ¿cuál es el mecanismo íntimo de este fenómeno? Porque este caso no es comparable al de las células especializadas en estado de decrepitud; no encontramos parásitos ocupados en devorar las partes nobles; no existen fagocitos, ni macrófagos, ni siquiera bacterias. ¿Qué es lo que pasa?

En verdad, todavía no puede darse una respuesta precisa á esta cuestión. Pero es posible hacer una indicación.

La sustancia viva contiene, produce y segrega, sustancias químicas variadas, entre las cuales se cuentan fermentos solubles, líquidos digestivos, por ejemplo. Ahora bien, se puede concebir que en el huevo maduro no fecundado, se produzcan fermentos digestivos que destruyan el contenido del huevo; que le digieran y, en este caso, se explica la acción de la fecundación, y también la de ciertos venenos, admitiendo que el agente fecundante y el agente tóxico se opongan químicamente á esta producción de fermentos digestivos, ó bien les neutralizan.

Llegamos, pues, por este camino á una noción enteramente diferente de la sostenida por M. Metchnikof. Según este observador, en los tejidos que envejecen, la destrucción de los elementos nobles

es producida por células de baja categoría, voraces y robustas. Según M. Loeb, la célula se consume, se destruye á sí misma.

Los dos fenómenos son muy diferentes en apariencia, pero, en realidad, tienen puntos de contacto. En uno y otro caso, la química desempeña un papel considerable. Porque, evidentemente, los elementos especializados de los tejidos caducos no llegan á ser la presa de los fagocitos ó macrófagos sino en razón de los cambios químicos que en ellos se verifican: acumulación de materias de desasimilación que los debilitan, ó bien cesación de producción de las secreciones que les protegian.

Comenzamos, por consiguiente, á comprender mejor el mecanismo íntimo de los fenómenos del envejecimiento.

Hay otra indicación relativa al problema, que merece señalarse. Es preciso no desdeñar ninguna pista.

Recordemos que la decrepitud no aguarda siempre á que llegue la vejez para manifestarse. Existen ciertos estados morbosos en que los síntomas seniles se presentan, al menos en parte, mucho antes de la edad. Se puede ser viejo antes de haber llegado á la vejez, así como se puede ser viejo y no haber envejecido sino parcialmente.

La senectud prematura se observa, en particular, en los mixoedematosos, y es sabido que el mixoedema, el cretinismo, la papera, tienen por

punto de partida alguna perturbación del aparato tiroideo, de algunas glandulitas de la región del cuello. Varios observadores, Hovsley, Ewald, Vermehreu, impresionados por ciertas analogías entre el mixoedematoso y el viejo, aproximan el mixoedema á la senectud, y por esto hacen desempeñar un papel al aparato tiroideo en el envejecimiento; y, efectivamente, se encuentran en el mixoedematoso y en el viejo ciertos síntomas comunes: el encanecimiento prematuro, el abultamiento del vientre, la artero-esclerosis, la debilidad en la inervación de las paredes intestinales, la pérdida de la memoria para los hechos recientes. Hablando de estas consideraciones un fisiólogo, M. A. Lorand, ha bosquejado una tesis relativa á la senectud que merece ser indicada. Sabida es la importancia extrema que poseen en la fisiología humana las glándulas internas, cuya función nos era totalmente desconocida hace cincuenta años—y aun menos,—las tiroides, la glándula pituitaria, por ejemplo. Tienen estas glándulas una influencia enorme sobre nuestros tejidos y nuestros órganos, y sobre el funcionamiento de éstos: influencia desproporcionada con su volumen. El envejecimiento ¿no será originado en parte, á lo menos, por el agotamiento de estas glándulas? Tales fenómenos seniles ¿no podrían explicarse por el acabamiento tiroideo, y algunos otros por el de las cápsulas subrenales, y así sucesivamente? Es verdad que entonces habrá que ave-

riguar la causa del envejecimiento de estas glándulas. ¿Mas no consistiría esto en el envenenamiento que produce la vida? Los venenos segregados por las células y que obran sobre todas ellas, pueden obrar sobre los órganos de que hablamos.

Se debe conservar la idea de la senectud considerada como proceso morboso debido á la degeneración de las glándulas vasculares sanguíneas, cuya función trófica es tan considerable. En este caso, se debe luchar contra el envejecimiento por la organoterapia; por los extractos de órganos destinados á fortificar los órganos correspondientes.

Todo esto no tiene aún la precisión requerida, ni tampoco puede decirse que la terapéutica de la vejez esté hecha. No debemos olvidar tampoco que, en realidad, nuestros conocimientos relativos á la senectud son aún muy fragmentarios y muy incompletos. Se trabaja por enriquecerlos y darles precisión; esto es indispensable, pues sobre los datos que actualmente poseemos no se puede fundamentar nada definitivo en materia de higiene preventiva ó de terapéutica. En este asunto, como en los demás, se necesita mucha paciencia, y un trabajo enorme.

CAPÍTULO XIX

LOS GRADOS DE LA MUERTE

Universalidad y necesidad de la muerte.—La noción de la muerte.—¿Qué es lo que caracteriza la muerte?—La muerte sin cadáver.—Observaciones sobre los animales inferiores.—Los infusorios y su multiplicación.—Un individuo que desaparece formando dos.—La inmortalidad de los Infusorios.—Puntos de vista.—¿Inmortalidad ó no?—Las observaciones de M. Maupas. La multiplicación de los Protozoarios.—Realidad de la muerte sin cadáver.—¿Cómo definir la muerte?—Importancia de la noción de individualidad.—Relatividad de la muerte y de la vida.

Todo organismo animal ó vegetal acaba por morir tarde ó temprano. Así lo afirma la experiencia secular. Algunos organismos pueden, sin duda, alcanzar una edad avanzada; hay vegetales que, en determinadas circunstancias, llegan á vivir varios siglos. Pero la muerte acaba por herirles, por accidente casi siempre, y más problemáticamente por vejez. En términos generales, la longevidad media es fija para cada especie; pero el número de los individuos que logran alcanzar el término normal es siempre muy pequeño. Entre las plantas anuales, es rara la que llega á vivir dos años: se necesitan

circunstancias particulares. Y entre las vivaces, unas viven, por término medio, cinco años; otras diez, veinte, treinta, cincuenta y cien años. Otro tanto pasa con los animales y con el hombre.

No cabe duda, que en todas las especies animales existen veteranos; pero aun estos mismos veteranos no pasan de ciertas edades.

A primera vista parece que la noción de la muerte es una noción sencilla. Un sér que hasta ese momento estaba dotado de movilidad, de sensibilidad, que obraba, que sentía, que pensaba, manifestando su existencia de cien modos distintos, un sér lleno de vida, se ve sorprendido por una enfermedad ó por un accidente, y en pocas horas ó en algunos segundos queda reducido á un cadáver, estado que en sus comienzos presenta tantas semejanzas con la vida que apenas puede creerse que ésta haya desaparecido, y que más tarde se diferencia tanto de ella, que apenas cabe pensar que haya existido.

Seguramente, cuando de esta manera se comparan los términos, oponiendo la plenitud de la vida á la nada de la muerte, las diferencias parecen tan marcadas, que las nociones correspondientes se manifiestan concretas y precisas. La muerte es la cesación de la actividad; es la descomposición del cuerpo en un cierto número de elementos químicos: el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo y la cal, principalmente, los cua-

les vuelven á entrar en la circulación general de la materia. La atmósfera y el suelo se reparten los despojos, y del cuerpo que acaba de espirar ni siquiera pierde la naturaleza un milígramo; toda la materia de que está compuesto le es devuelta, pues ella la presta de buena voluntad, pero es preciso pagar la deuda: la naturaleza no da nada. ¿Caracteriza la muerte esta restitución? ¿Acompaña siempre el cadáver á la muerte?

No glosemos sobre los términos: no es tampoco la restitución lo que caracteriza la muerte. Un cadáver puede preservarse por varios procedimientos. Hay medios de alejar la descomposición momificando y embalsamando el cuerpo, como lo hacían los Egipcios, ó bien petrificándole; ó también, á imitación de lo que hizo un artista ingenioso, cuyo nombre no recuerdo, convirtiendo los despojos en una mesa ó en un embaldosado policromo, en que las diferentes partes del cuerpo, con sus colores naturales ó artificiales, aparecían, después de haber experimentado una cierta preparación para su mejor conservación, recortados en cubitos agrupados formando una mosaico verdaderamente original. Seguramente los cadáveres arrancados de este modo á los gusanos de la tumba, nada tienen de la vida; á quienes pertenezcan están ya tan muertos como los cadáveres, que según la expresión de Voltaire, se pudren con distinción en suntuosos mausoleos, ó sin ella en la fosa común.

La descomposición del cadáver no es, pues, la característica de la muerte. La sola existencia del cadáver,—cualquiera que sea el uso que se haya hecho de él—¿será quizá el carácter que se busca?

No por cierto. Sin duda que donde exista un cadáver, hay muerte; pero la recíproca no es verdad: no hay muerte allí donde solo hay cadáver: existe la muerte sin cadáver; hay condiciones en que un sér desaparece sin dejar tras de sí materia corruptible. La presencia de un cadáver no es, pues, la característica de la muerte, y por tanto, la noción de ésta pierde singularmente de su sencillez y determinación. La naturaleza está llena de estas sorpresas; no establece fronteras bien determinadas, límites marcados, colores francos: todo en ella procede por matices, por transiciones preparadas; tiene horror á las afirmaciones ó negaciones categóricas, y por esto desconcierta á los físicos, á los matemáticos, que buscan en vano en sus manifestaciones el carácter absoluto, invariable, evidente, de los objetos de su ciencia.

La muerte sin cadáver es un hecho cierto que ocurre todos los días, no en la especie humana, ni en los animales superiores, sino en un grupo de seres de estructura más elemental, en los cuales las funciones son rudimentarias, poco perfeccionadas; grupo muy interesante para el biólogo, quizá el más interesante, por cuanto encierra las formas vivas más sencillas, y en él se ofrece de un modo

más palpable el problema de la vida, puesto que, en las pequeñas masas microscópicas de una sustancia poco diferenciada, encuentra en germen todas las funciones que en los grados más elevados de la escala se especializarán y adquirirán determinación é intensidad al concentrarse en órganos definidos. Seguramente, es maravillosa la masa pequeña de células que forma el cerebro de una hormiga; pero aún es más maravilloso encontrar tantas funciones y propiedades distintas acumuladas en la misma célula, única que forma todo el organismo de un Infusorio ó de un Protozario.

Precisamente en estos animales rudimentarios es donde se observa la muerte sin cadáver. Como es también en ellos donde algunos naturalistas han creído confirmar la existencia de seres inmortales, apresurándome á afirmar que «muerte sin cadáver» é «inmortalidad» designan exactamente los mismos fenómenos observados en los mismos animales por los mismos observadores. Si el mismo y único hecho puede recibir nombres tan contradictorios en apariencia, es preciso hacer responsable, no al hecho mismo, inocente como corderillo recién nacido, sino más bien á los filósofos, los cuales, fatalmente, vienen á dar á los objetos tantas denominaciones como aspectos presentan, es decir, según las maneras de considerarlos, en lo cual tienen razón después de todo, por más que

perturben mucho el entendimiento de los no iniciados con la antinomia de ciertos términos y las analogías que establecen entre términos contrarios, inconvenientes acrecidos por la insuficiencia de las palabras, por su elasticidad y por cierta falta de precisión que les hace propios para todo sin ser buenos para nada.

Veamos, pues, cuáles son los fenómenos que se pueden interpretar, á la vez, como casos de inmortalidad y como casos de muerte sin cadáver.

Los animales que los presentan son de los que fácilmente pueden procurarse: no hay charca que no los tenga á montones, lo mismo que los ríos y los lagos; y también pululan en las aguas saladas. Son estos animales organismos muy rudimentarios y pequeños, que no se pueden observar sino con el auxilio del microscopio. Si se toma una gota de agua de un vaso donde un ramo de flores haya pasado varios días, se les encuentra á millares, inquietos y llenos de actividad. Sería un error creer que son imperecederos: sometedles á la desecación, al calor, al frío, á la acción de un veneno; seguramente mueren dejando un átomo de cadáver que desaparece enseguida. Mas el carácter de ser «perecederos» no excluye para nada la idea de inmortalidad.

Tomemos, en efecto, un infusorio, un protozoo; aislémosle en buenas condiciones, respetando las exigencias de su higiene, y al cabo de unas

horas ó de algunos días, presenciaremos un fenómeno curioso. Veremos que este organismo se multiplica. Lleva á cabo este trabajo de la manera más sencilla: se divide en dos por mitad del cuerpo, de su célula única, á veces revestida de una fina cubierta; se estrangula, y la parte estrangulada acaba por separarse. Es cosa de pocos minutos: una ameba, por ejemplo, no emplea un cuarto de hora en desdoblarse y producir dos pequeñas amebas en lugar de una, separadas y marchando cada una por su lado para ganarse la vida y crecer, ocupación casi exclusiva de los organismos de este género.

Lo cual quiere decir, que cada ameba—ó infusorio—es en realidad un pedazo de una ameba ó de un infusorio anterior; que cada Protozooario individual existente está ligado, de un modo directo y sin interrupción, al primer protozooario de la misma especie que haya existido: que todos derivan de la división del primero y son fragmentos de éste, en la medida, al menos, que permite la renovación incesante de la materia que caracteriza á los organismos vivos y que hace que se renueven éstos sin cesar, conservando su forma exterior y una cierta identidad de la individualidad mental. —¿No es esto la inmortalidad? han preguntado algunos naturalistas.

—Sí, contesta Weismann (no hay para qué ocultar que después de Darwin, ningún biólogo ha es-

timulado más intensamente con sus investigaciones el pensamiento contemporáneo, provocando la discusión de los únicos problemas verdaderamente interesantes de la historia natural); sí, contesta Weismann; la materia de que se compone el protozooario que acaba de desdoblarse no ha cesado de existir; está allí, con sus propiedades y aptitudes; se acrecentará, y más tarde volverá á desdoblarse. Puede considerarse la masa infinitesimal del primer protozooario ó infusorio de cada especie como si se hubiera acrecentado prodigiosamente, dividiéndose en partes, sin cesar.

Existe, pues, la inmortalidad. Y además, hay muerte sin cadáver. Pues que el organismo que acaba de dividirse, repartiendo su materia en dos masas distintas, ha cesado de existir. Ha muerto, y por consiguiente no hay cadáver;—ha muerto, como muere también una fortuna el día en que queda repartida entre los herederos, con la diferencia, sin embargo, que la reconstitución de la fortuna sería posible. Ha muerto en el sentido de que su individualidad no existe en su integridad. Se dirá quizá que es bien poca cosa la individualidad de una simple célula, y que debe reducirse á algo verdaderamente insignificante. Pero, siendo esto cierto, la cantidad no significa nada en el asunto, y todavía, cuanto más pequeña sea, es mayor el perjuicio causado por una disminución.

Tales son las dos maneras de ver que se pueden

aplicar al fenómeno de que tratamos. No hay para qué decir que se ha discutido mucho y que todavía se discute.

Yo concedo escasa importancia á la objeción de Goethe, quien niega la inmortalidad basándose en que los protozoarios no están siempre activos, sino que en determinados momentos de su existencia se recogen y se enquistan, no recobrando su actividad sino después de un reposo de duración variable, después de un verdadero retiro, fase á la cual ha dado el nombre de «rejuvenecimiento». Pero esto no es más que una palabra; el protozoario enquistado no está muerto: está en estado de vida latente, de vida contenida, como una semilla ó un espora; el quiste no es un cadáver.

Otra objeción, formulada por Bütschli:

«No—dice el eminente zoólogo alemán;—los Protozoarios no son inmortales, puesto que al dividirse pierden su individualidad y, por consiguiente, mueren. Porque morir no es solamente perder la materia propia—esto lo hacemos desde el primero al último día de nuestra existencia, aunque fuésemos más viejos que Matusalem, y nos pasamos la vida reemplazando por la digestión las pérdidas que nos hacen sufrir la desasimilación y las secreciones;—morir no es perder la forma exterior, sino que es, además, perder la individualidad.»

Volveremos sobre este punto.

Á un excelente observador francés, M. Maupas, se deben los argumentos más sólidos. Ha aislado un cierto número de especies de Infusorios ciliados de agua dulce, y ha seguido su historia, teniendo cuidado de mantener separadas las diferentes especies y de aislar los individuos. Cuando uno de éstos se había dividido, aislaba uno de los productos de la división y se servía de él indefinidamente del mismo modo. Gracias á este medio, podía contar el número de generaciones sucesivas que se producían por generación asexual. Ha necesitado mucho tiempo y mucha paciencia; pero los resultados fueron importantes, porque demostraron que los seres resultado de estas divisiones sucesivas no son sino incompletamente inmortales—es decir, que no lo son del todo,—y que al cabo de un cierto tiempo, que varía, todos simultáneamente envejecen y al poco tiempo perecen.

He aquí uno de los Infusorios que M. Maupas estudió: el *Stylonichia pustulata*, pequeña masa alargada, oval, de la cual se necesitan 10.000 individuos para llenar un milímetro cúbico y 10 millones para colmar un centímetro cúbico. Á la temperatura de 25°C, término medio, cada individuo se divide cinco veces cada veinticuatro horas; al cabo de cinco días, un sólo ejemplar ha producido 10 millones y en siete días 10 billones. Con tal rapidez en la sucesión de las generaciones, es fácil

ver desfilar en poco tiempo un gran número de éstas y seguir sus modificaciones, si las hay.

Pero estas modificaciones existen; se observa que los sucesivos individuos son más pequeños, se atrofian, degeneran; se les ve por fin morir, á pesar de los cuidados de la higiene más escrupulosa. La inmortalidad se derrumba de golpe. Pero se necesita cierto tiempo, sin embargo: la muerte natural, fatal, sobreviene al cabo de 215 generaciones en la especie antes citada, á las 319, en otra, y solamente á las 660 en una especie del género *Leucophrys*. Pero el tiempo no importa para el asunto; es indiferente que se verifique al cabo de 10 ó de 1.000 generaciones: lo que importa es la demostración de que la vejez y la muerte se presentan en los Protozoarios considerados por Weismann como inmortales.

Pero entonces, ¿cómo puede ser que los protozoarios existan siempre? Porque no hay que perder de vista que si bien las especies degeneran y mueren en los laboratorios, se multiplican, en cambio, profusamente en la naturaleza y no mueren nunca.

Se sabe hoy día que se multiplican y no mueren nunca en estado natural, porque no descansan únicamente sobre su pretendida inmortalidad y no se contentan con la casta multiplicación que hemos descrito, sino que después de haberse dividido y subdividido, se rehacen por medio de la conjuga-

ción. Dos infusorios se agitan, se revuelven, chocan, se detienen, se tocan mutuamente, y poco á poco se funden en un solo individuo, en una sola masa. No forman más que uno; y lo general es que ya no se distinga el uno del otro en la masa común. Esta fusión se hace en un cuarto de hora próximamente. Yo no diré que sea efímera, porque esto haría creer que los dos individuos se separan, cuando en realidad el fenómeno es probablemente diferente, y la fusión se hace por completo; pero después de un cierto tiempo que varía—de uno á ocho ó diez días, por ejemplo—la masa se desdobra, se divide en dos, y de esta división resultan dos Infusorios.

Se ha pretendido ver en esta fusión una verdadera unión sexual, y á juzgar por las apariencias tal debe ser el caso; la fusión completa no debe causar sorpresa por tratarse de organismos unicelulares, en los cuales la célula reproductora y la célula somática son una misma.

Resulta, pues, que esta conjugación es indispensable á la vida de la especie, y que los individuos á los cuales se aísla impidiéndoles esta conjugación, perecen al cabo de cierto tiempo. Y al contrario, á aquellos á los cuales se les facilita, experimentan una verdadera regeneración y conservan los atributos de la juventud y de la salud. No es necesario que la conjugación se verifique en cada generación; sin embargo, no conviene que un nú-

mero demasiado grande de generaciones asexuales trascorra sin que aquélla se realice, porque llega una edad en que ésta no es provechosa; después de la 450 generación, la conjugación no es eficaz en un *Leucophrys* y no previene la muerte; lo mismo ocurre con un *Stylonichia* después de la 150 ó 170 generación, probando esta circunstancia, una vez más, que para todo se necesita su tiempo.

Y no insisto más largamente sobre los curiosos hechos que M. Maupas ha dilucidado hace ya años, pero cuyo interés principal es reciente. Dejando á un lado los infusorios en sus enlaces, que buénamente consideraba yo como basados sobre el *no restraint system*, teniendo en cuenta su carácter completo y la pródiga desmembración que practican enseguida de su propia persona esparciéndola por las aguas, veamos la conclusión que se deriva de estos hechos en relación con el problema de la inmortalidad planteada anteriormente.

No me parece que sea esta conclusión del todo favorable á la idea de Weismann. Si la reproducción asexual pudiera bastar para asegurar la permanencia de la especie, sería otra cosa; pero es evidente, por los hechos que acabamos de referir, que esta forma de reproducción no puede por sí sola mantener viva la especie; es precisa la reproducción sexual, es decir, la fusión de ciertos elementos especiales.

En los Infusorios, estos elementos constituyen uno solo con el conjunto del organismo y, por tanto, la reproducción sexual exige la fusión completa de los organismos.

Esta conjugación no es, pues, una simple mezcla, una yuxtaposición de células y de su contenido, á consecuencia de la cual, por un influjo catalítico y misterioso, toda la masa hubiera tomado un baño en el Jordán; está caracterizada por fenómenos muy complicados y curiosos, en los que ciertas partes de los dos núcleos celulares desempeñan el papel esencial combinándose entre sí, mientras que otras no participan en nada de la fusión, y la masa única y compleja se divide enseguida para formar nuevos núcleos. La conjugación es un verdadero acto sexual.

No estamos, pues, en condiciones de poder admitir una forma de inmortalidad de la materia; ó al menos no existe en los Infusorios sino apariencia de inmortalidad. Lo que en ellos es inmortal es el plasma germinativo, y por ser íntima la unión entre el plasma y el cuerpo y estando reducido éste al mínimum posible, ofrece la apariencia de la inmortalidad. Entre el hombre y el protozoario no existe sino una diferencia de grado; por naturaleza, los fenómenos y las leyes son las mismas.

En ambos casos no hay nada realmente inmortal más que el plasma reproductor. En el protozoario, una sola célula constituye el cuerpo entero y

el receptáculo del germen, y por eso la individualidad de estos dos elementos se confunde. En el hombre, el cuerpo adquiere un desarrollo considerable, y una individualidad muy marcada: el cuerpo tiene un valor individual, anatómico, fisiológico y mental, al lado de la cual la individualidad del protozoario es casi nula. Mientras que el protozoario está casi reducido á la sustancia reproductora, se forma en los animales superiores, en torno de este núcleo de sustancia que asegura la permanencia de la especie, un cúmulo de elementos sobrepuestos que se combinan y se asocian para formar un organismo muy complejo, capaz de actos y de funciones múltiples.

Este organismo, sin embargo, no es más que un vehículo efímero. Al parecer, representa lo esencial; mas para la naturaleza, es lo accesorio. Llena de ternura para el contenido, la naturaleza dispensa sus cuidados con gran *sans-façon*, sobre el continente. Para ella la especie lo es todo: la especie quiere decir la colectividad. El individuo no tiene interés ni valor sino como miembro de la colectividad, como sostén del tesoro común, y una vez hecha la trasmisión del tesoro, se cuida de él como lo haría de un viejo guñapo. Toma las cosas la madre naturaleza por lo alto y á lo lejos, y mira con malos ojos el individualismo.

Pero volvamos á la cuestión. No existen organismos inmortales, si entendemos por inmortali-

dad la permanencia del cuerpo opuesta á la permanencia del germen ó independiente de ésta.

Por el contrario, existe, sin duda, una forma de muerte que merece señalarse: la muerte sin cadáver. Es la desaparición de una individualidad infinitesimal si se quiere, pero de una individualidad apreciable, que bien se divide en dos ó bien se funde con otra para dividirse luego más tarde; y en estos diferentes casos asistimos á una muerte verdadera, á la desaparición de una individualidad, sin que quede un cadáver.

Es ésta una forma muy extendida de la muerte en una parte numéricamente importante del mundo animado. El hecho es curioso; pero, sobre todo, tiene el mérito de mostrar una vez más hasta qué punto las palabras de que nos servimos son vagas, mal definidas, insuficientes. Á medida que penetramos en los fenómenos de la vida, advertimos, cada vez mejor, los enlaces numerosos, las transiciones que unen los hechos más diferentes y aun los más opuestos; nuestras concepciones se modifican poco á poco forzosamente; los caracteres absolutos por los cuales acostumbramos á distinguir dos grupos de fenómenos, tales como los de la vida y de la muerte, han desaparecido; hemos percibido condiciones ignoradas que atenúan la oposición, y continuando, sin embargo, sirviéndonos de los vocablos tradicionales, comprendemos que son absolutamente inadecuados.

¿Cómo definimos la muerte, por ejemplo? ¿Por la disgregación de los tejidos? No basta. ¿Por la desaparición de la individualidad? Me parece mejor. Mas, ¡cuántas dificultades subsisten! Porque es evidente que el organismo vivo puede ser irremediablemente lesionado en su individualidad; ¡cuántos dementes, paralíticos, enfermos de todas clases, heridos en su sistema nervioso, no son sino cadáveres animados!; ¡cuánto no se debilita la individualidad con la edad, se modifica, se renueva, y muy sutil habría de ser el médico ó el psicólogo que pudiera afirmar la plena integridad de la individualidad de cualquiera de nosotros—ó la suya propia! ¿Quién de nosotros ignora las singulares alteraciones, las descomposiciones y las perturbaciones que el hipnotismo obra en lo que nos place llamar nuestra personalidad?!

¿No es evidente, por último, que sería preciso, ante todo, definir la individualidad, y que ésta admite una infinidad de grados, desde la individualidad del modesto protozoo que lentamente se arrastra en la charca ó en los baches, hasta la del filósofo que echa su red en la misma charca?

La muerte es decididamente cosa muy relativa y mal definida: este nombre se aplica á condiciones muy diferentes, puesto que conviene al caso en que el individuo cesa de vivir, y también al caso en que vive doble, si se puede decir así. En las primeras páginas de este libro hacíamos constar que

la delimitación exacta de lo vivo es difícil, que la vida se confunde con lo que no es vida y, además, que hay grados de vida.

Al terminar el último capítulo nos encontramos frente á frente otra vez con esta verdad cada día más evidente; encontramos que las categorías absolutas no existen en las cosas de la vida, puesto que hemos llegado á concluir que la vida misma y su corolario la muerte, son esencialmente relativas; que casi no tienen existencia sino por comparación; que no poseen en realidad—como el famoso Putois, cuyas hazañas ha contado Anatole France—más que una «especie de existencia».

ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
PRÓLOGO	I
LA VIDA EN GENERAL	
CAPÍTULO I.—¿De dónde viene la vida?	I
— II.—La vida de lo inanimado	20
— III.—¿En dónde ha comenzado la vida?	40
LA VIDA Y LAS CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS	
CAPÍTULO IV.—La mineralogía de la vida.	63
— V.—El agua y la vida.	81
— VI.—El problema del nitrógeno... ..	109
— VII.—Un veneno indispensable.....	127
LAS DIFICULTADES DE LA VIDA Y SUS RESISTENCIAS	
CAPÍTULO VIII.—La voluntad de vivir.....	147
— IX.—Las resistencias de la natura- leza.....	173
— X.—Las resistencias de la vida.....	193
— XI.—Las transacciones entre la natura- leza y la vida.....	210
— XII.—Las ventajas de la degradación..	238
— XIII.—Cómo el hombre pervierte la na- turalidad.....	254

LAS RELACIONES ENTRE LOS SÉRES VIVOS

CAPÍTULO	XIV.—Memo stat solus.....	277
—	XV.—La dependencia mutua univer- sal.....	302

LA ACCIÓN DE LA VIDA SOBRE EL MEDIO

CAPÍTULO	XVI.—Las acciones y reacciones de la vida sobre el medio.....	325
----------	--	-----

LO QUE QUIERE LA NATURALEZA

CAPÍTULO	XVII.—Todo por la especie.....	355
----------	--------------------------------	-----

EL FIN

CAPÍTULO	XVIII.—Los preliminares del fin.....	377
—	XIX.—Los grados de la muerte.....	395

Erratas más importantes.

Páginas.	Línea.	Dice	Debe decir
277	14	interdependen- cia	} dependencia.
278 y siguientes	1	Las interrela- ciones vitales	} Las relaciones entre los se- res vivos.
386	2	su muerte	la muerte.

B.P. de Soria



61180144

DR 6990

- sentimental». Historia de un joven. Dos tomos en 8.º, 5 pesetas.
- GERARD (J.)—«Nuevas causas de esterilidad en ambos sexos. Fecundación artificial como último medio de tratamiento». Un tomo en 8.º mayor, 5 pesetas.
- JENLLOCHUBAN (F.)—«Gran conflicto». Situación moral y religiosa de los pueblos cultos. Estudio de Filosofía de la Historia. Controversia entre F. Jenllochuban y el jesuita M. Fancoyi. Primera parte. Analítica. Declaración del conflicto. Madrid 1878. Un tomo en 8.º, 3,50 pesetas.
- Preparación á la solución. Segunda parte Madrid, 1879. Un tomo en 8.º, 2,50 pesetas.
- KANT.—«Principios metafísicos del derecho». Traducción de G. Lizarraga. Madrid, 1873. Un tomo en 8.º, 2 pesetas.
- MAUPASSANT.—«Nita». Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «En el mar». Con ilustraciones. Madrid. Un tomo en 8.º, 3,50 pesetas.
- «La vida errante». Un tomo en 8.º mayor, encuadernado en tela, 4 pesetas.
- «El señor Parent». Con 54 dibujos. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «Rollo de manteca». Con 65 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «Las hermanas Rondoli». Con 46 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «El doncel de la señora Husson». Con 55 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «El Horla». Con 66 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «Cuentos del día y de la noche». Con 53 grabados. Madrid, 1906. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- MAUPASSANT. «Claror de luna» Con 82 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «El viejo Milón». Con profusión de grabados. Madrid, 1906. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «Los domingos de un burgués de París». Con 65 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «El Buhonero». Con profusión de grabados. Madrid, 1906. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- «Antón». Con 55 grabados. Madrid, 1905. Un tomo en 8.º mayor, 3,50 pesetas.
- MAX MULLER.—«Ensayo sobre la historia de las religiones». Versión castellana, con la biografía del autor, por A. García Moreno. Madrid, 1878. Dos tomos en 8.º, 4 pesetas.
- «La ciencia de la religión». Versión castellana, con un prólogo de A. García Moreno. Madrid. Un tomo en 8.º, 2 pesetas.
- MEUNIER (Victor.)—«Los antepasados de Adán». Historia del hombre fósil. Traducción de A. García Moreno. Madrid, 1876. Un tomo en 8.º, 2,50 pesetas.
- SANCHEZ RAMON.—«Las maravillas de la Naturaleza». Madrid, 1879. En 8.º, 2,50 pesetas.
- TIBERGHEN.—«Estudios sobre Filosofía». Misión de la Filosofía en nuestra época.—Doctrina de Krause.—El positivismo y el método de observación.—La teología y el origen del lenguaje.—Traducción por A. García Moreno. Madrid, 1875. Un tomo en 8.º, 2 pesetas.
- «Los Mandamientos de la Humanidad ó la Vida Moral en forma de Catecismo, según Krause». Traducida por Alejo García Moreno. Madrid, 1875. Un tomo en 8.º, 2,50 pesetas.
- ZORRILLA (D. José).—«Recuerdos del tiempo viejo». Tres tomos en 4.º, 9 pesetas.

De venta en la misma librería.

TOMOS EN 8.º

Altamira.—Cuestiones modernas de Historia, 3 pesetas.
Arreat.—La moral en el drama, en la epopeya y en la novela, 2,50.
Balwin.—Historia del alma, 4.
Becerro de Bengoa.—La enseñanza en el siglo XX, 5.
Bergson.—Materia y memoria, 3,50.
Binet.—Introducción a la Psicología experimental, 2,50.
 Psicología del razonamiento, 2,50.
 El fetichismo en el amor, 3.
Bray.—Lo bello, 3,50.
Bunge.—Principios de Psicología individual y social, 2,50.
 La Educación.—Evolución de la Educación, 2,50.
 La Educación.—La educación contemporánea, 4.
 La Educación.—Educación de los degenerados.—Teoría de la Educación, 2,50.
Bureau.—El contrato colectivo del trabajo, 4.
Cubas.—Mitología popular, 4.
Delbœuf.—El dormir y el soñar, 3.
Féré.—Sensación y movimiento, 2,50.
 Degeneración y criminalidad, 2,50.
Ferrière.—Los mitos de la Biblia, 4.
 Errores científicos de la Biblia, 4.
Fouillée.—La moral, el arte y la religión, según Guyau, 4.
Gauckler.—Lo bello y su historia, 2,50.
González Serrano.—Psicología del amor, 2,50.
 Pequeñeces de los grandes. Un folleto, 0,50.
Grasserle.—Psicología de las religiones, 4.
Guyau.—Génesis de la idea de tiempo, 2,50.
 Los problemas de la estética contemporánea, 4.
Janet.—Los orígenes del socialismo contemporáneo, 2,50.
Kergomard.—La educación maternal. Dos tomos, 7 pesetas.
Lagrange.—La higiene del ejercicio en los niños y los jóvenes, 3.
 El ejercicio en los adultos, 3,50.
Le Bon (Gustavo).—Psicología de las multitudes, 2,50.
Levéque.—El Espiritualismo en el Arte, 2,50.
Max Nordau.—Psico-fisiología del Genio y del Talento, 2,50.
Mercier.—La filosofía en el siglo XIX, 2,50.
Mosso.—La educación física de la juventud, seguida de La educación física de la mujer, 3,50.
 El miedo, con 7 grabados intercalados en el texto y 2 fototipias, 4.
Payot.—La Creencia, 2,50.
Posa.—Política y enseñanza, 2,50.
 Teorías políticas, 2,50.
Ribot.—Las enfermedades de la voluntad, 2.ª edición, 2,50.

Las enfermedades de la memoria, 2,50.
 Las enfermedades de la personalidad, 2,50.
 La psicología de la atención, 2,50.
 La evolución de las ideas generales, 3.
 La lógica de los sentimientos, 2,50.
Sollier.—El problema de la memoria, 3,50.
Spir.—La norma mental, 2,50.
Taine.—La inteligencia. Dos tomos, 9.
Tar'ieu.—El aburrimiento, 4.
Thomas.—La sugestión: su función educativa, 2,50.
 La educación de los sentimientos, 4.
Tissié.—La fatiga y el adiestramiento físico, 4.
 Los sueños, 3.
Varigny.—La naturaleza y la vida, 4.
Wagner.—Juventud, 3,50.
 La vida sencilla, 2,50.

TOMOS EN 4.º

Bour'ean.—El problema de la muerte, 5 pesetas.
 El problema de la vida, 5.
Call.—Higiene del alma y de sus relaciones con el organismo, 3.ª edición, 3.
Compayré.—La evolución intelectual y moral del niño, 7.
Fouillée.—Temperamento y carácter, 5.
 Bosquejo psicológico de los pueblos europeos, 10.
García.—La Criminología, 6.
Gui'ot.—La psicología contemporánea II.
 El idealismo moderno, 5.
Guyau.—El arte desde el punto de vista sociológico, 7.
 La irreligión de' porvenir, 7.
Hurterberg.—Los tímidos y la timidez.
Hoffing.—Bosquejo de una Psicología, basada en la experiencia, 8.
Lagrange.—Fisiología de los ejercicios corporales, 5.
Lange.—Historia del materialismo. Dos tomos, 16.
Lapie.—Lógica de la voluntad, 5.
Le Bon (Gustavo).—Psicología del socialismo, 7.
Lollée.—Historia de las literaturas comparadas, 6.
Luys.—El cerebro y sus funciones, 4.
Max Nordau.—Degeneración. Dos tomos, 12.
Mosso.—La fatiga, con numerosos grabados en el texto, 4.
Payot.—La educación de la voluntad, 3.ª edición, 4.
Ribot.—La herencia psicológica, 7.
 La psicología de los sentimientos, 8.
 Ensayo acerca de la imaginación creadora, 6.
Romanes.—La evolución mental en el hombre, 7 pesetas.
Tylor.—Antropología, 9.

PRECIPITAS
10 Pesetas

DR
6990