

DISCURSOS

LEÍDOS ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCIÓN PÚBLICA

DEL

SR. D. BLAS LÁZARO É IBIZA

el día 9 de Diciembre de 1900.



MADRID
IMPRESA DE L. AGUADO
Calle de Pontejos, 8.
1900

DISCURSO

DEL

SR. D. BLAS LÁZARO É IBIZA

Señores Académicos:

A nadie asombrará que yo confiese el temor de que me siento poseído al encontrarme entre vosotros. Todo ánimo sincero debe reconocer que éste es el sentimiento dominante en quien tiene que realizar una empresa que excede á sus condiciones y aptitudes, y es muy superior á las más la de ocupar hoy vuestra atención.

Jamás he sentido tanto como en este día no poseer aquellas dotes que son necesarias para brillar en la vida pública, porque el carecer de ellas no me permite realizar mi propósito, del modo que mi ánimo deseara, para corresponder dignamente al honor que la Academia me ha dispensado al designarme para ocupar un lugar en su seno.

Pero ni las ocupaciones que pesan sobre los naturalistas, siquiera lo sean en el modesto grado en que lo es el que os habla, nos permiten disponer del tiempo necesario para recorrer con sosiego los amenos campos de la literatura y cultivar en el debido grado el bello arte del buen decir; ni, cuando la vida entera se ha consagrado á la labor continua del campo, del gabinete y del laboratorio, podemos cambiar bruscamente nuestro modo de ser, ni aparecer de otro modo

que como siempre fuimos, pacientes y oscuros obreros consagrados á la observación de la Naturaleza.

En tales condiciones, después de haber examinado los discursos que en la propia ocasión leyeron la casi totalidad de los académicos actuales, y admirado en tan buenos modelos la brillantez del estilo en unos, el vigor del pensamiento en otros, y en todos el profundo dominio de la cuestión tratada, tengo muy fundados temores de que esta disertación resulte muy inferior á lo que la ocasión demandaba.

Tan sólo el deseo de no retrasar el cumplimiento de un deber reglamentario, de mostrar mi agradecimiento, procediendo al menos con alguna diligencia, y el ánimo que me infunde la indulgente bondad de los señores académicos, para mí tan cumplidamente demostrada, han podido decidirme á presentar un trabajo de tan endeble complexión y tan exento de toda gala.

* * *

Si las consideraciones expuestas no diesen suficiente base para fundamentar mis temores, bastaría para justificarlos el recuerdo de quien fué mi antecesor en este sitio. La idea de comparar el valer y la talla científica del académico perdido con la de aquel á quien habéis declarado su sucesor, se impone á mi espíritu y aumenta mi justa preocupación.

D. Federico de Botella y Hornos ocupaba por derecho propio su puesto en la más docta corporación científica del país, figuraba en lugar muy preeminente entre los naturalistas y geógrafos españoles, y era una de las ilustraciones más reconocidas del brillante cuerpo de Ingenieros de Minas. Sus trabajos científicos fueron de aquellos que dejan marcada su huella en el progreso de las ciencias, y no aventuro nada al afirmar que con ellos ha ganado legítimamente su derecho á pasar á la posteridad y á que se haga digna mención de su nombre en la historia científica de nuestra patria.

Como Ingeniero de Minas desempeñó diversos puestos ofi-

ciales, siendo el primer director que tuvo la Comisión de estudio de las Cuencas carboníferas españolas, cuando ésta se fundó; formó más tarde parte de la Comisión del Mapa geológico, y fué después jefe del Servicio Estadístico-minero, llegando á adquirir la categoría de Inspector general del mencionado cuerpo.

Aparte de todos los puestos oficiales que en su carrera desempeñara, realizó una serie de estudios y trabajos personales verdaderamente fructíferos para el avance de los conocimientos geológicos y de geografía física referentes á nuestra Península, mostrando en ellos ideas propias y puntos de vista peculiares, que contribuyeron á poner de relieve los enérgicos rasgos de su personalidad científica.

Su *Descripción de las minas, canteras y fábricas de fundición del distrito de Valencia* y su *Descripción geográfico-minera de las provincias de Murcia y Albacete*, diéronle merecida notoriedad, acrecentada luego por otros trabajos no menos meritorios.

Ya que no quepa en este lugar una biografía detallada del Sr. Botella, ni un estudio bibliográfico completo de sus publicaciones, cosas que demandarían más ancho campo, y que se han encargado de realizar las Sociedades científicas de que formó parte, habremos de mencionar al menos sus trabajos de mayor importancia.

Figuran entre éstos unos que podríamos llamar de detalle, como los antes citados, y los diversos que consagró á estudiar la constitución geológica de ciertas regiones de Almería y Granada; la *Monografía de las aguas minerales y termales de España* y su *Mapa geológico de España y Portugal*, que anticipó no pocos datos de los coleccionados en la Comisión del Mapa geológico, y que marcó, indudablemente, un progreso sobre el publicado anteriormente por Mr. Verneuil.

Pero donde más se mostró la elevación de pensamiento que le distinguía fué en los trabajos de carácter sintético, en que asoció los conocimientos geológicos y geográficos referentes á nuestra Península, como en el titulado *España y*

sus antiguos mares; en el que denominó España: Geografía morfológica y etiológica. — Observaciones acerca de la constitución orográfica de la Península y leyes de la dirección de las tierras; y, sobre todo, en el notabilísimo Mapa hipsométrico de España y Portugal, construido en relieve, obra muy digna de encomio, y que es, sin duda, el mejor mapa de conjunto que de este género se ha obtenido acerca de nuestro país; para la formación del cual tuvo que construir ó rectificar las cotas en no pequeña parte, y en el que se representa del modo más real y científico la complicada distribución de altitudes que caracteriza el suelo de nuestra Península.

Tales trabajos no son los únicos por él realizados, pues durante muchos años contribuyó eficazmente á las publicaciones periódicas de la Sociedad Española de Historia Natural y de la Sociedad Geográfica de Madrid, en cuyas juntas directivas llegó á desempeñar los más altos puestos.

Vacío, y no pequeño, ha dejado su pérdida en las filas de los cultivadores de las ciencias naturales y geográficas en España, y la equidad exige que así se reconozca, no solamente por los que tuvimos ocasión de conocerle y tratarle hace ya largos años, sino también por la de todos aquellos que se interesan por el progreso científico del país.

* * *

Entre los muchos asuntos que han agitado el campo de las Ciencias Naturales en el siglo próximo á fenecer, ninguno ha tenido interés más transcendental, ni defensores é impugnadores más entusiastas, ni suscitado discusiones más amplias ni de más elevado espíritu, que el referente á la teoría de la evolución. Se relacionan tan íntimamente con esta cuestión magna los hechos todos que en el dilatado campo de la Naturaleza puede notar el espíritu humano, que hasta el carácter propio de los conocimientos histórico-naturales hállase modificado para cada científico, según los puntos de

vista personales con que examine y juzgue esta cuestión de las cuestiones. No es de extrañar, por tanto, que ya diversas veces háyanse tratado temas relacionados con esta teoría en varios de los discursos leídos ante esta docta Corporación, haciendo de ella exposición clarísima y perfecta, sobre todo en lo que á la idea y concepto de la especie puede referirse (1).

Dados estos antecedentes, sería inconveniencia de mi parte venir á labrar nuevamente un terreno tan bien cultivado, y en el que la comparación entre las obras de aquellos esclarecidos científicos y la del que osaba remover el suelo por ellos asentado, sólo había de servir para evidenciar más y más las deficiencias de mi propia labor. Por otra parte, cuando en la candente cuestión evolucionista no se profesan las equilibradas ideas del ecléctico, sino la fe ardiente y sincera del creyente; cuando lleva la voz en la exposición de esta teoría, no un frío expositor, sino un convencido, acaso se corre el riesgo de no tratar el asunto con tan exquisita medida, que en nada mortifique las opiniones contrarias.

Pero sucede con estas grandes ideas, iniciadas ya por las más altas personalidades científicas de la antigüedad y debatidas por todos los espíritus elevados desde hace más de un siglo, que la teoría ha tomado tal vuelo y se ha ramificado tan profusamente, que ya no hay noción alguna interesante en el campo de las ciencias naturales que no tenga conexión con sus raíces ni participe en más ó en menos de su influjo. Confieso que no me sería fácil hallar un tema ajeno en absoluto á este género de cuestiones, y cierta-

(1) Discurso de D. Miguel Colmeiro y Penido *Sobre la estabilidad de las especies vegetales*, que fué contestado por el Sr. Graells. También se relaciona en gran parte con esta cuestión el de D. Juan Vilanova y Piera, *De la importancia y altísima significación de los estudios paleontológicos en todos conceptos considerados*, con la contestación correspondiente del Sr. Pereda; y muy especialmente el de D. Justo Egozcue y Cía, que trató de *El concepto y límites de la especie en el mundo orgánico*, y cuya contestación corrió á cargo del Sr. Cortázar.

mente que no posee tal condición el por mí elegido, aunque de intento he procurado evitar toda referencia al concepto de la especie, huyendo de él por las razones ya apuntadas.

Justo es también que, al verme colocado en esta difícil situación, en la que tanto se evidencian las altas dotes de los nuevos académicos, y no menos se ha de patentizar la pequeñez y modestia de las mías, me deje llevar por aquellas tendencias y aficiones en que he invertido casi todas las actividades de mi vida, y, atento á mis inclinaciones y preferencias, haya elegido un punto de carácter botánico, decidiéndome á exponer algunas consideraciones referentes á las *armas defensivas empleadas por los vegetales en la lucha por la vida*.

I

Nada más evidente que la existencia de una lucha por la vida entre los animales, puesto que su realidad se impone aun al observador menos atento. Basta notar cómo se persiguen y dan caza unos á otros, cómo el entretenimiento de la vida de los individuos de una especie exige la incesante matanza de los de otra, y admirar las disposiciones infinitamente variadas que tienden á facilitar en cada especie el ataque, la huida ó la defensa, para comprender que los animales viven en la naturaleza en perpetuo estado de guerra.

Contrasta con esta lucha activa, continua y verdaderamente cruenta la tranquilidad augusta de las poblaciones vegetales; y cuando en el fondo de un bosque disfrutamos aquella apacible serenidad, cuántanos violencia el pensar que toda aquella masa de vegetación se halle también sometida á la dura ley de la lucha por la vida. Ejércese ésta en el reino vegetal en formas tan diversas de las que podemos notar en el animal, los procedimientos para ella usados en éste difieren tanto de los empleados en aquél, que nos parece difícil que caminos tan divergentes conduzcan

al mismo resultado. Mucho se diferencian, en efecto, tanto como en las sociedades humanas difieren las luchas violentas y guerreras de las que pacíficamente se entablan en el terreno del comercio y de las exposiciones; pero unas y otras son al fin formas igualmente eficaces de la competencia entablada entre los pueblos y las razas en la eterna tarea del progreso social.

La vida vegetal reviste formas tan variadas, sabe adaptarse á las condiciones más diversas, aun á las más precarias algunas veces, opera la sustitución de unas especies por otras de modo tan lento y silencioso, tan gradual é insensible, que, para un espectador indiferente, los combates que constituyen esta lucha no son perceptibles, como lo serían los que realizan los animales. Pero para un naturalista observador no hay punto alguno, desde los países lindantes con las desiertas nieves de los polos hasta los espléndidos bosques tropicales, que no pueda considerarse como campo de batalla en el que pasivamente se desarrolla un concurso de individuos dentro de la especie, y una lucha lenta y eterna entre las especies diferentes.

Las plantas, luchando siempre con las condiciones del medio ambiente, tratando de sustituirse unas á otras sobre el suelo conquistado, diezmadas terriblemente y á diario por la voracidad de tantos animales y por las labores agrícolas, necesitan defender su vida, siempre amenazada, mantener el equilibrio de hoy para mañana y perpetuar su representación sobre el planeta, fines que no se logran sin armas adecuadas y sin sostener la necesaria lucha.

Interesa á nuestro propósito demostrar que no estamos en el campo de las hipótesis al afirmar que esta lucha existe, sino que nos hallamos dentro de una realidad contrastada por comprobaciones suficientes; y para que esta idea se acuse con contornos claros y firmes, nos bastará evocar dos cuadros de la biología vegetal, y en ellos veremos á las plantas disputándose la posesión del suelo ó compitiendo por ocupar el espacio, para beneficiarse del aire y de la luz.

II

Para darnos cuenta de la lucha que las plantas mantienen por la posesión del suelo, comenzaremos por fijar nuestra atención en lo que sucede en los campos de cultivo. En ellos veremos que todo sembrado representa un combate continuo entre los vegetales allí implantados por el hombre, y á los que cuidadosamente ha preparado el terreno antes de nacer, y asistido después con diversas operaciones, y la vegetación espontánea desposeída de aquel suelo por nuestra industria, pero que constantemente reclama sus derechos é intenta recuperar el área perdida. De ahí los continuos conatos de invasión por las plantas silvestres y la mezcla de las llamadas malas hierbas, amenazando continuamente al ejército de ocupación constituido por los vegetales cultivados.

Una situación semejante existe entre las diversas especies espontáneas que viven juntas en una misma área, y de las que cada cual procura afirmar su posesión del suelo y extenderse en él cuanto le sea posible. Notamos cómo unas lanzan sobre la tierra sus tallos, ya simplemente tendidos como en el sérpil, corrigiola, *Euphorbia Peplis* y *Chamæsyce* y *Veronica Cymbalaria*, ó ya cundidores y radicales como los fresales, cinco en rama, hiedra terrestre, *Saxifraga sarmentosa* y *flagellaris*, *Selaginella denticulata* y tantas más. Vemos en otras cómo la planta nacida en una ladera va recubriéndola por el crecimiento de sus ramas colgantes, como la *Linaria Cymbalaria*, *Tradescantia procumbens* y *zebrina*, etc. En otras observamos que, comenzando la invasión de un árbol, muro ó ladera por su parte inferior, se elevan, revistiéndole hasta coronarle por completo, como lo hacen la hiedra común, el *Ficus repens*, *Tecoma radicans*, *Ampelopsis*, *Bougainvillea* y tantas otras.

Las plantas anuales y bienales, no pudiendo conservar por mucho tiempo el suelo conquistado, por la duración re-

lativamente breve de su vida y la mudable de sus individuos en cada nueva generación, confían en el gran número de éstos para asegurarse una representación perpetua en las formaciones florales. En las plantas perennes, la facultad de constituir órganos subterráneos persistentes da carácter de posesión vitalicia al suelo ocupado durante el primer año de vegetación, el cual ha sido invadido y cruzado en todas direcciones por las ramificaciones de la raíz. De año en año, los nuevos brotes, las ramas nuevas de los rizomas y los bulbillos que se van constituyendo revelan una tendencia expansiva, que tiende á la exclusión de las plantas próximas. Sabido es por los agricultores y jardineros lo trabajosa que resulta la extirpación de esta clase de plantas, especialmente de las que tienen bulbillos, pues tales especies no llegan nunca á descastarse, aun procediendo á su persecución con el mayor rigor. Buen ejemplo de ello tenemos en los *Oxalis* de África y del Norte América, que han invadido nuestro litoral de ambas costas, y que, por la extrema abundancia y vivacidad de sus órganos subterráneos, luchan ventajosamente con la vegetación espontánea y con las plantas cultivadas más vigorosas.

También entre las especies leñosas pueden hacerse observaciones interesantes respecto de la conquista del suelo. Plantas hay, como la célebre higuera de las pagodas, que, una vez constituida como árbol, extiende sus ramas tan largamente, que no podría sostenerlas si la planta misma no tuviese medios para dotarlas de un ahorquillado natural, formado de raíces adventicias, que, naciendo de trecho en trecho en las ramas, crecen hacia abajo hasta llegar al suelo, y, penetrando en él, se ramifican y engruesan considerablemente hasta constituir recios troncos que actúan como pilares y sostienen aquella bóveda de ramas y follaje. Un solo árbol logra extender así su área hasta formar un bosque.

No menos curiosos son los ejemplos que hallamos en la vegetación de los manglares situados en las márgenes de los estuarios de los países cálidos. El suelo arenoso y movedizo no ofrece allí estabilidad suficiente para las plantas

leñosas normalmente constituídas; pero las que componen las formaciones ribereñas de que nos ocupamos presentan en sus tallos raíces adventicias fuertes y gruesas, que se dirigen divergentes hacia el suelo y se clavan en éste, constituyendo puntales vigorosos. Hasta en los *Pandanus* pequeños, cultivados en tiestos en las estufas, puede observarse que van fijando raíces en el terreno próximo, en busca de un área mayor de sustentación, y concluyen por salirse del tiesto si no se les cortan estas raíces y se transplantan á otro mayor.

Otras plantas de estas mismas formaciones, como los mangles del género *Rhizophora*, producen semillas que germinan antes de desprenderse de la planta madre, originando una raíz primaria tan larga, que en unos casos alcanza al suelo antes de que el germen se desprenda, y en otros, cuando éste queda en libertad, tiene ya tales dimensiones que, en vez de ser arrastrado por la corriente, se atraviesa entre las malezas y, retenido por ellas, logra al fin fijarse en el suelo. Si las semillas de estas plantas se desprendiesen en las condiciones en que lo hacen todas las demás, serían en su mayoría transportadas por la corriente; pero, merced á su especial condición, logran germinar cerca de las plantas á que deben su origen. Esta vegetación de los manglares lucha ventajosamente con la acción mecánica de las aguas, y entre la estacada de sus raíces y las malezas que forman otras plantas que en ellos viven detienen los detritus arrastrados por las corrientes, y producen aterramientos haciendo avanzar las orillas.

Pero ningún ejemplo podemos encontrar más interesante de cómo las plantas se afanan por conseguir la posesión del suelo que el que notamos asistiendo á la iniciación de la vida vegetal en terrenos nuevos para ella. Las lavas, apenas perdido el calor que poseían al ser emitidas; el subsuelo, puesto al descubierto por un desmonte ó por la saca de una cantera; la superficie de una isla madreporica ó volcánica, recientemente emergida; la de unas ruinas abandonadas, y hasta la de un desierto, si las condiciones mete-

orológicas no son incompatibles con la vida, son terrenos improprios al principio para el desarrollo de los vegetales superiores y de las plantas de gran tamaño; tierras por conquistar, de las que la vegetación se irá apoderando lentamente por procedimientos graduales, pero de segura eficacia.

No son las plantas de gran vigor aparente las de mayor corpulencia, ni las de organización más compleja las que mejores condiciones poseen para la conquista de estos suelos despoblados. Son, por el contrario, las plantas más sencillas, plantas necesariamente sin raíces, las que mejor se prestan á vegetar en estos suelos ingratos, y ellas formarán las avanzadas del ejército invasor, reproduciendo lo que muy probablemente ocurrió en más vasta escala, al tomar el reino vegetal posesión de las primeras tierras emergidas, allá en los misteriosos tiempos de las edades primarias.

En tales superficies, que podemos suponer enteramente carentes de vida vegetal, suelen iniciarse vegetaciones efímeras de algas inferiores, cianofíceas y protococáceas muy especialmente, en todas las ocasiones en que la persistencia de las lluvias y la temperatura no extremada ofrezcan para ello condiciones favorables. Estos humildísimos vegetales viven allí en condiciones precarias, expuestos á que un rayo de sol fuerte ó un soplo de viento cálido y seco ponga fin á su vida; pero esta vegetación tan efímera es, sin embargo, el primer paso para la formación de un suelo vegetal adecuado, que pueda sustentar después otra población más durable y de mayor talla. Si en estas eflorescencias verdosas caen algunas esporas ó conidios de los hongos líquénicos, estos gérmenes originan filamentos de micelio que, mezclándose con las celdas de las algas, constituyen las asociaciones de ambos organismos que llamamos líquenes.

Éstos pueden no tener más desarrollo que el de una capa crustácea muy delgada y adherida á la superficie que consideramos, vegetación que apenas produce residuos ni provoca de un modo sensible la descomposición de la roca en

detritus térreos; pero las manchas extensas, y ya algo antiguas, de líquenes crustáceos rara vez son homogéneas, pues bien pronto otras especies de líquenes se mezclan con la que primeramente se constituyó.

Si la roca que consideramos es de las que mejor resisten á la descomposición, como, por ejemplo, una cuarcita, puede no avanzar más la invasión de los vegetales; pero si la vegetación de los líquenes, que es susceptible de adaptarse á las intermitencias determinadas por las variaciones de la humedad y de la temperatura, se prolonga y se complica con la aparición de mayor número de especies, algunas de éstas, aun siendo crustáceas, pueden formar costras más gruesas y esponjosas. Dentro del mismo grupo de los líquenes hay especies que no adhieren todo su talo á la superficie, y forman minúsculos rodales de ramillas ó de divisiones foliáceas, entre las cuales pueden ser retenidas las partículas en suspensión arrastradas por las corrientes de aire, y comenzar la formación de un suelo térreo.

No es necesario que para la continuación del proceso formador de la tierra vegetal sucedan á los líquenes crustáceos otros que sean foliáceos ó fruticulosos, porque sin el intermedio de éstos pueden aparecer directamente sobre los crustáceos otras criptógamas de mayor complicación. Sobre las placas liquénicas que forman un fieltro en la superficie en vías de invasión, germinan fácilmente las esporas de las muscíneas, dando origen á protonemas, seguidos al fin de la fase adulta ó musgo propiamente dicho. ¿Quién no ha fijado su atención en las manchas verdosas primero, y de líquenes después, que tan frecuentes son en las rocas, muros, tejas y cortezas de los árboles? Raro será el tronco de un árbol grande, aun en los países de clima no muy húmedo, que no tenga su corteza decorada con eflorescencias verdosas y placas diversamente coloreadas de líquenes y de musgos.

Estos últimos se desarrollan con gran facilidad en las superficies ya preparadas por la vegetación anterior de los líquenes, y, careciendo de raíces, apenas pueden utilizar de

su soporte algo más que la humedad, como lo demuestra el que su vida sea igualmente posible sobre las rocas, los suelos y los tejidos muertos de las cortezas de los árboles, bastándoles para fijar sus pelos absorbentes con el tenue fieltro que quedó como residuo de los líquenes. Sobre éste se desarrollan sus tallos, muy cortos, formando pequeños y apretados rodales musgosos, que, por la producción de ramillas laterales, van aumentando de diámetro. Así se originan los céspedes, redondeados de los musgos, que sustituyen á la primitiva vegetación liquenológica.

Suelen aparecer entre los musgos especies de líquenes mayores, fruticulosos ó foliáceos, como *Peltigera*, *Anaptychia*, *Ricassolia* y varias especies de *Cladonia* y *Parmelia*, igualmente que algunas especies de hepáticas pequeñas.

Otras plantas de esta última clase, como las hepáticas taloideas (*Marchantia*, *Lunularia*, *Fegatella*, *Grimaldia*), y ciertas especies grandes de hepáticas no taloideas (*Frullania*, *Madotheca*), pueden también formar rodales ó céspedes por su cuenta, sin necesitar la intervención de los musgos. Más tarde suelen ir apareciendo otras especies de muscíneas mayores y con ramificación más abundante y desarrollada, como los musgos hipnáceos, los cuales dan lugar á la formación de céspedes más flojos.

Estas floras, todavía muy pobres y formadas únicamente por plantas celulares, preparan un suelo vegetal algo más grueso que el de los líquenes crustáceos, pues retienen el agua y las partículas minerales que ésta ó el viento ponen en su contacto, y, mientras la parte más vieja é interna del rodal muere y va descomponiéndose lentamente, las porciones terminales de las ramitas continúan su crecimiento.

Los gérmenes de las plantas vasculares, tan profusamente distribuidos por el viento, pueden quedar también retenidos entre los musgos y germinar allí. Si corresponden á especies que necesiten un suelo profundo, morirán prontamente, por no hallar las condiciones necesarias; pero ciertas especies pequeñas de helechos, de gramíneas, de *Luzu-*

la, Gagea, Saxifraga, Sedum, Draba y otras crucíferas pequeñas, y algunas compuestas de corta talla, hállanse con frecuencia viviendo en estas condiciones.

Llegado este momento, puede decirse que la conquista del suelo está realizada; ya no se trata más que de aumentar las colonias vegetales establecidas, lo que se logra naturalmente, y sin más factor que el tiempo, siempre que no haya condiciones meteorológicas que á ello se opongan.

Véase cómo una construcción de gran solidez, por ejemplo, una fortaleza ó una ciudad antigua y ruinosas, área robada primeramente por el hombre á la vegetación y abandonada después al juego de las acciones naturales, comenzará á demolerse lentamente, y al par que este movimiento de descomposición se efectuará el asalto lento de los vegetales, siendo invadida primero por plantas humildísimas que apenas manchan aquí y allá la pátina de sus monumentos, después por céspedes de aterciopelados musgos, más tarde por hierbas y matas pequeñas nacidas en las junturas de los sillares que aún estén en pie, y al fin quedará envuelta por los árboles y arbustos brotados entre sus ruinas. El ejército entero de la vegetación volverá á ocupar por derecho propio el área que el hombre le arrebató á costa de grandes cuidados y usando de tantos artificios. Llegará á establecerse la situación que los exploradores hallaron en algunos puntos del Yucatán, donde las ruinas de monumentos gigantes de algunos siglos antes yacían ocultas entre una vegetación exuberante, demostrando cuán incontrastable es el poder de la Naturaleza.

III

No menos curioso es el cuadro que los vegetales nos ofrecen al luchar entre sí para disputarse el espacio y la luz. Si la posesión de una determinada porción del suelo satisface una necesidad de los vegetales, no es ésta la única que experimentan, puesto que la nutrición de los provistos de clo-

rofila no podría realizarse si no ocupasen cierto lugar en la atmósfera para ponerse en contacto con aire renovado y bañar sus hojas en los rayos del sol.

Plantas hay cuyas exigencias, en lo que á esto se refiere, son bien modestas, y á las que una roseta de hojas más ó menos tendidas sobre el suelo basta durante gran parte de su vida, y aun durante toda ella, siempre que vivan en donde la luz tenga fácil acceso, y donde no se hallen dominadas por otra vegetación de mayor altura.

Pero allí donde el desarrollo de vegetales de cierta elevación cubra de sombras el suelo, no pueden prevalecer estas especies. En tales sitios hallarán condiciones de existencia las especies que, como los helechos, se acomodan á vivir en espacios tenuemente iluminados ó los que posean aptitudes para ascender, luchando con la vegetación ya existente y partiendo con ella los beneficios que nacen del contacto del aire y de la luz. Por esto, en los bosques muy espesos y formados por especies elevadas, las plantas trepadoras y provistas de órganos fijadores, como la hiedra, ó de raíces aéreas, como ciertas orquídeas y aroideas; las que tienen los tallos volubles, como tantas convolvuláceas, discoráceas, lúpulo, etc.; las provistas de zarcillos (ampelidáceas, cucurbitáceas, pasiflóreas, etc.), ó las que pueden desarrollarse sobre las ramas de los árboles, son las únicas capaces de prevalecer.

En grandes y en pequeños vegetales hallaremos ejemplos de cómo estos medios, puestos en acción por las especies más diversas, dan lugar á una lucha continua entre ellas para conseguir el acceso á la superficie de las masas vegetales.

Las malezas que abundan en los setos, barrancos y matorrales de nuestros montes, están formadas en su esencia por un corto número de especies, como las zarzas, escaramujos, clemátides, endrinos, diversos espinos, zarzaparrilla del país, cambroneras, madreselvas, etc., á las cuales se asocian otras más débiles como la brionia, dulcamara, nueza negra, lúpulo, *Polygonum Convolvulus*, *Calystegia*

Sepium y algunas *Vicia* y *Galium*, entre otras. Todas estas plantas, entrecruzando sus tallos, constituyen en el interior del matorral una maleza inextricable, que procura abrigos y refugios protectores á la caza; las terminaciones de sus ramas forman en la superficie un abigarrado mosaico en el que las sumidades é inflorescencias de todas ellas aparecen mezcladas de la manera más irregular y caprichosa, pero de modo tal que todas participan del beso de las brisas y de las caricias del sol.

Débase tal resultado al empleo de las armas que todas ellas poseen y con las que defienden su posición en el matorral. Fácil nos será notar que unas tienen sus espinas y su ramificación abundante, por lo que sus ramas se entrecruzan formando una armadura; otras poseen sus tallos abundantemente provistos de agujones ganchudos que les ofrecen múltiples puntos de apoyo allí donde se tocan unos con otros; disponen las demás de sus tallos volubles, de sus zarcillos rameales, foliares ó estipulares, y á las de tallos más ligeros puede bastar con la aspereza resultante de los agujoncitos de sus tallos y hojas (*Galium tricorné*). En este conjunto las especies leñosas más resistentes forman la armazón y podrían vivir sin las otras; las herbáceas encuentran la asociación establecida, y, prevalidas de sus condiciones, se implantan en ella disputando á las demás especies el aire y la luz.

Si, agrandando el teatro de la observación, examinamos cómo se entabla y mantiene la lucha en masas mayores de vegetación, como en los bosques de los países templados del hemisferio boreal, hallamos también una masa vegetal dominante, la arbórea, la cual constituye lo que podríamos llamar la armadura de la formación forestal, constituída por una especie ó por un corto número de ellas, que generalmente pertenecen á coníferas, cupulíferas ó betuláceas. Puede esta masa ser tan homogénea que todos los árboles pertenezcan á una misma especie, como frecuentemente sucede en los pinares, con menos frecuencia en los abetales, y con menos aún en los bosques de cupulíferas; pero, ge-

neralmente, entre la masa suelen existir árboles diferentes, como sauces, chopos, olmos, fresnos, arces, almeceas, etcétera.

Todo esto constituye la armazón ó masa del bosque, pero entre sus árboles no es raro hallar diversos arbustos y matas leñosas de diferentes familias, especialmente allí donde el arbolado no es muy espeso y en el fondo de las cañadas. En estos puntos hállanse también multitud de plantas herbáceas, que tapizan el suelo, allí donde la vegetación deja penetrar la luz. A esta circunstancia se debe la formación de pequeñas praderas intercaladas en los bosques y erizadas de gran variedad de matas. Si el suelo del bosque es muy accidentado y contiene masas de rocas y cursos de agua, la variedad y riqueza de su flora aumentan en razón directa de estos accidentes.

Entre todas estas especies se halla entablada una competencia lenta y pasiva, aunque no por ello menos cierta. El crecimiento de los árboles en número y talla influye poderosamente en el aumento ó disminución de las otras especies, á las cuales no queda otra luz aprovechable que la que pueda filtrarse entre las ramas de los árboles, sin poder combatir con éstos, una vez desarrollados. Por el contrario, cuando las semillas de las especies arbóreas comienzan á germinar, y durante los primeros tiempos de la vida de las plantitas por ellas originadas, hállanse en condiciones desfavorables para luchar con las especies pequeñas. Los infinitos gérmenes que los árboles de los bosques producen caen sobre suelos bien acondicionados para germinar, pero ocupados ya por multitud de raíces que en las capas superficiales corresponden en su casi totalidad á plantas no arbóreas; sus raicillas crecen entonces penosamente, y la alimentación de los futuros arbolillos resulta difícil; de igual modo sus tallitos y hojuelas, perjudicados por la sombra de los árboles y ahogados por el tapiz vegetal que cubre el suelo, perecen en su mayoría. Esta consideración nos explica por qué la repoblación espontánea de los calveros es tan lenta y difícil.

En las masas de arbolado constituídas por la mezcla de varias especies forestales, la lucha se entabla también entre éstas; y aunque los bosques parecen lugares clásicos de calma y de quietud, destinados á vivir dentro del más perfecto reposo, cuando al cabo de algunos años visitamos uno que nos fuera anteriormente bien conocido, notamos en él cambios y modificaciones que nos demuestran la alteración del equilibrio existente entre las diversas especies arbóreas. Casos hay en los que, en plazo relativamente corto, se observa marcado predominio de una de las especies componentes, la cual va ganando terreno y desalojando á las otras. No faltan ejemplos de estas sustituciones en la lucha que las hayas, robles y pinos mantienen en muchas localidades montuosas del Norte de España. Los ailantos y eucaliptos, introducidos en algunas localidades en fecha no muy antigua, se conducen también en varias de ellas como especies invasoras.

Además debe tenerse en cuenta que hay en los bosques vegetaciones criptogámicas (hongos, líquenes, musgos y algunos helechos) que invaden los troncos de los árboles y se instalan sobre ellos, formándoles revestimientos y poblando las axilas de sus grandes ramas, los cuales mantienen sobre las cortezas, en tiempo húmedo, esponjas cargadas de agua y llegan á descomponer los tejidos corticales, abriendo brechas por las que se inicia la putrefacción de los leños, cosa que al fin determina la destrucción de los pies arbóreos. Ciertos hongos, como los *Armillaria*, extendiendo su micelio subterráneo, invaden las raíces de las coníferas y de los castaños por medio de sus rizomorfos, y matan los árboles, originando calveros en los bosques. Se puede asegurar, ante estos ejemplos, que las plantas inferiores son enemigos más temibles para las especies arbóreas que las hierbas, matas y arbustos.

Si, ampliando aún más el cuadro de nuestras observaciones, consideramos cómo debe realizarse la lucha entablada entre las especies vegetales en los bosques de los países cálidos, el cuadro es más grandioso, la lucha más viva y

mejor acusada, y los combatientes más fuertes y mejor dotados.

Bosques formados por árboles de mayor talla, con ramas y follaje tan densamente entrelazados que apenas si llega al fondo una luz difusa muy débil, aun en las horas medias del día y en países en donde el sol lanza sus más fúlgidos destellos. Tal es la armazón del bosque, cuyas sombras bóvedas se hallan cruzadas por malezas que cierran el paso en todas las direcciones; el suelo cubierto en parte por aguas cenagosas, en parte por helechos arborescentes y por profusión de parásitas radicícolas; los troncos, pilares que sostienen estos templos gigantescos de la vegetación, hállanse invadidos por vegetales diferentes, plantas parásitas las unas, trepadoras ó sencillamente epífitas las otras. Tal es el cuadro que hallaríamos ante nuestra vista.

Bien se comprende que tantas especies no se encuentran allí mezcladas sin que entre ellas se mantenga enérgica competencia vital. Las diferentes especies arbóreas luchan entre sí por alcanzar con sus ramas la parte superior de la masa forestal, aquella en que la luz tiene intensidad suficiente para el cumplimiento de la función clorofílica. El árbol que perece, víctima de la destrucción iniciada en su leño por las causas antes expuestas, deja un claro, un ventanal por donde los rayos del sol penetran al fin; pero el hueco abierto en las filas de los árboles gigantescos ciérrase pronto; si es pequeño, por el crecimiento de las ramas próximas, que naturalmente se prolongan en la dirección del espacio iluminado; si es grande, pronto se verá cómo prosperan en él nuevos pies de planta.

Esta es la lucha de los gigantes, lucha directa y fácil de observar, que da como resultado el mantenimiento de la bóveda de follaje y su elevación; los demás habitantes vegetales de estas formaciones sostienen otra lucha más insidiosa, realizada en la sombra y en el misterio del bosque.

Las plantas leñosas de tallos débiles y larguísimos que se prolongan por el interior, apoyándose sobre las ramas horizontales y enredándose en las axilas del ramaje, pasando de

un árbol á otro, á modo de cables flojamente tendidos entre los troncos y ramas, cambiando á cada momento de dirección y logrando á veces prolongarse hasta centenares de metros, constituyen las lianas de la familia de las palmas. Existen también lianas de otras muchas familias (1), que sin alcanzar longitudes tan grandes recorren el bosque en todos sentidos, cuelgan de unas ramas, trepan luego por otros troncos y, merced á la volubilidad de los tallos de muchas, se ciñen en apretados nudos y espirales á las ramas, y cierran con sus cables leñosos, y á veces gruesos, todos los espacios libres entre los troncos. Estas lianas representan un ejército de trepadoras especiales, que, en pugna con los grandes árboles, se esfuerza por alcanzar los huecos de la bóveda, buscando en ellos la luz necesaria para su vida. En este caso la lucha es bien material y visible, y aun á veces en los jardines pueden notarse bien claras muestras de ella en el estrangulamiento producido en los árboles jóvenes, cuando á ellos se abraza alguna liana de las pocas que, como las glicinias, pueden cultivarse al aire libre en nuestros climas.

Enemigos menores de los árboles de estos bosques, suelen ser las diversas epifitas (2) que se instalan sobre sus ramas, allí donde los líquenes y musgos han originado un poco de tierra húmida; pero que, como hemos visto ya al hablar de nuestros bosques, concluyen por abrir brechas en el aparato de sustentación de los árboles.

Las parásitas, radicícolas unas sin clorofila y pudiendo vivir en plena obscuridad en la parte más densa del bosque, arborícolas otras, no disputan ya, como las trepadoras, la luz y el espacio á las plantas arbóreas; no se llaman á la parte en el aprovechamiento directo de la radiación solar;

(1) Gnetáceas, Esmiláceas, Piperáceas, Aristoloqueas, Ampelídeas, Menispermáceas, Pasifloreas, Leguminosas, Sapindáceas, Melastomáceas, Malpiguiáceas, Apocíneas, Convolvuláceas, Cucurbitáceas.

(2) Helechos, Aroideas, Bromeliáceas, Orquídeas, Piperáceas, Lorantáceas, Melastomáceas, etc.

pero son para ellas enemigos más terribles y dañosos, porque les substraen los jugos nutricios elaborados, robándoles parte de su propia substancia.

IV

Si, en vista de los ejemplos evocados, no puede ponerse en duda la existencia de la lucha por la vida en el reino vegetal, hora es ya de exponer las reflexiones sugeridas por el examen de las armas que en ella intervienen, objeto principal de este discurso; y para que esta exposición no aparezca desordenada, consideraremos divididos los medios defensivos de los vegetales, con arreglo á su diferente misión, en tres clases: puesto que unos sirven para acomodarse á las condiciones del medio ambiente y defenderse de sus variaciones demasiado bruscas, otras tienen aplicación en la lucha de los vegetales entre sí, y otras, por último, están destinadas á defender las plantas de los peligros que las amenazan por parte del reino animal.

Veremos, pues, en primer término, cómo estos organismos pueden resistir las circunstancias, muchas veces adversas, que les crean las variaciones de los agentes constitutivos del medio ambiente; seguiremos considerando después cuáles son las armas puestas en juego para defenderse unos de otros en la concurrencia vital entre ellos establecida; y, finalmente, nos ocuparemos de los procedimientos por los cuales pueden las plantas rechazar los ataques de los animales.

Cada una de estas tres partes ofrece diversos aspectos ó fases, que iremos desarrollando sucesivamente; pero sería impropio del carácter de esta disertación consignar ahora un itinerario detallado del camino que hemos de recorrer en el examen y exposición de la tesis propuesta.

V

Todas las condiciones del medio ambiente pueden influir en la vida de las plantas, y todas ellas pueden considerarse peligrosas cuando su influencia se hace sentir con intensidad excesiva, ó cuando las condiciones de su acción cambian demasiado rápidamente; pero acaso ninguna produce efectos tan inmediatos y tan variados como los que determina el exceso ó defecto de intensidad de las radiaciones caloríficas.

Muchas son las disposiciones que pueden observarse en las plantas, y que, al parecer, tienden á constituir un sistema de defensa contra las variaciones bruscas de la temperatura, y sobre todo contra los enfriamientos excesivos.

Órganos tan sensibles como las yemas encuéntrase ordinariamente protegidos contra los fríos por abrigos adecuados, como son las escamas de que generalmente se hallan revestidas; escamas que, para mayor utilidad en este concepto, suelen estar barnizadas por secreciones resinosas, y algunas veces cubiertas de vellosidad ó tomento (*Viburnum Lantana*), ó de pelos escamosos, como es tan frecuente en los helechos. Otras veces se envuelven en vainas constituídas por la base del peciolo, en cuya axila nacen (umbelíferas), por esta base soldada con las estípulas (plantáceas) ó simplemente por estos últimos órganos, como sucede en el *Liriodendron tulipífera*, en la pérula de las artocárpeas, y en la ocrea de las poligonáceas.

Las variaciones de posición observadas en las hojas de las leguminosas, oxalídeas y otras durante la noche, y á las que se ha denominado sueño de las plantas, parecen también útiles en el concepto de medios defensivos contra el enfriamiento, puesto que, plegándose, pueden disminuir la superficie de exhalación.

Más interesantes aún son las disposiciones encaminadas, no á defender un órgano determinado, sino el organismo

entero de la acción del frío. Puede observarse que muchas especies no prosperan sino cuando están situadas al amparo ó defensa de algún accidente del terreno, bien sea un corte de éste, una ladera muy inclinada ó una tapia, bien los matorrales formados por las malezas ó masas de otra vegetación más rústica, ó bien las grandes masas de piedra desprendidas en las laderas de las montañas. Los prácticos saben que no pocas especies de plantas deben buscarse de preferencia en estas condiciones especiales (*Geranium Robertianum* y *lucidum*, *Paeonia Broteri*, *Saxifraga granulata*, *Sisymbrium Alliaria*).

Figura también, entre los casos dignos de mención como defensa de las especies contra el exceso de calor durante las horas medias del día y el enfriamiento en las de la mínima, uno en el cual no se ha fijado debidamente la atención. Bien conocida es la influencia que en este género de acciones tiene el vapor de agua de la atmósfera, el cual, por su gran poder absorbente, debilita la intensidad de los rayos solares que llegan á la superficie del suelo, y durante la noche disminuye la irradiación calorífica terrestre, determinando, por tanto, una disminución del desequilibrio térmico existente entre la máxima y la mínima de cada día. Esta observación ha servido de fundamento á una práctica establecida en algunos puntos de Europa para defender de las heladas tardías los cultivos tempranos y de gran valor, situados en valles cerrados ó cañadas; práctica que consiste en producir, en las noches despejadas en que puede amenazar tal riesgo, grandes masas de humo por medio de combustiones incompletas, cargando así el aire de productos dotados de gran poder absorbente.

Debe llamar nuestra atención que entre los productos volátiles cuyo vapor produce en más alto grado absorción de calor, figuran en primer término las esencias de los vegetales. Una masa de aire perfumada por estos productos constituye una capa protectora, cuyo poder absorbente para el calor es muchas veces mayor que el de la atmósfera cargada de vapor acuoso, más de trescientas veces mayor

para algunos aromas, como el del anís y el cantueso. La existencia de una ligerísima cantidad de estas substancias basta para dotar el aire de las mismas condiciones que si estuviese saturado de humedad, en cuanto á disminuir la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima (1).

Ante tales hechos, se comprende fácilmente que, cuando en una formación vegetal dominen las plantas aromáticas, éstas dotarán por sí mismas al aire atmosférico de propiedades especiales, que eviten en gran parte los perjuicios que pudiesen resultar de las variaciones bruscas ó extremadas de la temperatura, logrando, aun en las tierras elevadas é interiores, cuya atmósfera es generalmente muy seca, una buena parte de las ventajas de que goza la vegetación de las tierras bajas del litoral, por la mayor abundancia de vapor acuoso que en ellas tiene el aire.

Se puede concebir, según esto, que, en las llanuras elevadas del interior de nuestra península, comarcas castigadas por las crudezas y brusquedades propias del régimen atmosférico continental, estos inconvenientes pueden atenuarse por la abundancia de plantas aromáticas, las cuales, provistas de armas adecuadas, modifican uno de los inconvenientes más grandes para la vida vegetal.

Sabido es que en las mesetas del interior de España existen abundantes especies de plantas aromáticas, como los romeros, tomillos, cantuesos, espliegos, salvia y otras labiadas; cistáceas, como las jaras comunes, y compuestas, como las manzanillas, santolinas, ciertas especies de *Artemisia*, etcétera, muchas de las cuales son plantas de formación; es decir, que, con abundante predominio de pocas especies, constituyen vegetaciones características, como las llamadas romerales, tomillares, cantuesares, jarales, etc. Estas formaciones contrastan con las que se encuentran en nuestro litoral septentrional, cuyas lomas ostentan variedad

(1) Para más detalles, puede verse un artículo publicado por el disertante en el núm. 391 del *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza* (Mayo de 1893), bajo el título de "Misión de las esencias en los vegetales,."

de brezos, gramíneas, escajos y helechos, plantas cuyos medios de perfumar el ambiente son muy cortos ó nulos. Contraste tan marcado, existente entre ambas vegetaciones, puede explicarse porque la flora del litoral indicado, viviendo en contacto con un aire constantemente cargado de humedad, no necesita el abrigo protector de los aromas, mientras que las plantas de las mesetas, cuyo ambiente es generalmente muy seco, utilizan como arma defensiva la producción de abundantes vapores aromáticos.

Merece también tenerse en cuenta la duración de la vida de las plantas herbáceas en relación con la suma de calor útil que las mismas pueden aprovechar en cada clima. Ya es sabido que, si sumamos las temperaturas medias de los diversos días de vegetación activa, que dentro de un año puede utilizar en cada localidad una determinada especie de planta, se necesita que esta suma llegue á rebasar cierto valor determinado para que dicha especie pueda pasar por todas las fases de su vegetación, la antesis y la maduración de sus frutos y semillas inclusive. Se ha observado que, cuando una especie que es anual en un clima dado vive en otro que por ser más frío no le suministra en un solo año calor suficiente para recorrer todo su ciclo vital, la planta sorprendida por la vuelta de la mala estación, sin haber podido llenar todos los fines de su existencia, suspende su vida y la reanuda á la primavera siguiente, ultimando su evolución en este segundo año, lo cual nos muestra que la especie anual para el primer clima es bienal para otro menos templado. Tal observación puede hacerse respecto de multitud de especies que son comunes á dos floras de climatología distinta, una de llanura y otra de montaña por ejemplo, ó una más septentrional que otra, tratándose de nuestro hemisferio (1). Inversamente, las especies que son normalmente bienales en un clima dado pueden convertirse en anuales, si viven en otro cuyas condiciones les permitan realizar en un

(1) *La Linaria alpina, Arenaria serpyllifolia, Poa annua, Ranunculus Philonotis, Senecio viscosus y Gentiana verna*, entre otras, se hallan en este caso.

año un período más largo de vegetación, como sucede con la *Malva sylvestris*, la *Enothera biennis* y la *Reseda alba*, por ejemplo.

La defensa de los vegetales en lo que al calor se refiere, no consiste únicamente en adquirir abrigos y condiciones de resistencia contra las temperaturas demasiado bajas, aunque éste sea para ellas el interés más esencial, sino que también necesitan resguardarse de los calores excesivamente intensos.

Las defensas constituídas por verdaderos abrigos, como la vellosidad ó tomento, las escamas protectoras, los barnices, etc., sirven para defenderse igualmente del calor y del frío, porque en realidad no son otra cosa que medios de aislarse de la temperatura del exterior, en la medida en que esto es posible dentro del reino vegetal; pero hay además algunos procedimientos especiales que sirven de garantía contra la elevación excesiva de la temperatura.

La exhalación de agua en vapor es indudablemente un medio eficaz de defenderse contra el calor, cuando éste rebasa los límites favorables para la existencia de una especie vegetal. Como el agua evaporada representa la inversión de una cantidad considerable de calórico, es claro que la evaporación en la superficie de un ser vivo constituye un medio general de irradiar calor; y como los actos fisiológicos que tienen lugar en las hojas, y en general en las superficies verdes de los vegetales, consisten casi todos en acciones endotérmicas, el agua evaporada en la exhalación no puede absorber calor de las acciones químicas verificadas en las celdas con clorofila, y utiliza el que la planta recibe en las radiaciones solares. Mas no debe olvidarse que esta acción defensiva no puede ser eficaz sino es dentro de los límites que la señalan la cantidad de agua que penetra en la planta por la raíz; acción limitada, á su vez, por la que el suelo puede suministrar, y por el grado higrométrico del ambiente en el momento que se considera; limitaciones que bastan para explicarnos por qué no todas las plantas pueden resistir el clima ardiente de los países tropicales.

Téngase en cuenta además que en la serie de fenómenos constituyentes de esta función, condicionados unos por otros, interviene poderosamente como acción reguladora la dilatación ó contracción de los estomas, la cual evita los peligros que resultarían de una desproporción entre la cantidad de agua evaporada y la absorbida por las raíces. Bástanos por el momento consignar que la exhalación supone una disminución considerable en la cantidad de calor que la radiación solar hace penetrar en el cuerpo de la planta. Las acciones químicas realizadas en los laboratorios celulares por la función clorofílica, y por todas las acciones sintéticas que la siguen, suponen la inversión de otra considerable porción del calórico solar.

En ciertos vegetales puede observarse un procedimiento curioso para preservarse simultáneamente de los excesos del calor y de la sequedad, medio que consiste en la suspensión de la actividad fisiológica. Aun sin referirnos á las muchas plantas rizocárpicas, que, desprovistas de órganos aéreos durante los rigores de la canícula, sólo conservan la vida latente en sus órganos subterráneos (1), haremos notar que otras plantas, durante dicha estación, conservan sus órganos aéreos sin demostrar actividad alguna en ellos hasta el advenimiento de las templanzas otoñales. Tal sucede, con bastante generalidad, en los líquenes y en gran parte de las muscíneas, y aun en plantas más elevadas, como ciertas licopodiáceas. Acaso también las vainas gelatinosas originadas por la transformación de las cubiertas celulares, y que tan frecuentes son entre las algas, sirvan en parte de medios aisladores entre los protoplasmas vivos y la temperatura tan variable del agua, además de servir para disminuir la actividad de los cambios osmóticos.

(1) Colchicáceas é irídeas tuberculosas de nuestros climas, liliáceas y amarilídeas de otoño y primavera, nuestras orquídeas, etc.

VI

El grado de humedad del aire no puede menos de influir en las condiciones vitales de las plantas. Un ambiente demasiado seco no es propio para el desarrollo de la mayoría de las especies; y las plantas que más resisten esta circunstancia, que son las llamadas xerofilas ó amigas de la sequedad, débenlo á condiciones defensivas especiales, con las que contrarrestan condición tan desfavorable.

La crasitud de las hojas y tallos es, sin duda, una de las condiciones que permiten á las plantas vivir sobre un suelo relativamente seco y en contacto con una atmósfera poco húmeda, y así vemos que muchas especies dotadas de esta condición existen en regiones secas y sobre suelos arenosos ó pedregosos. Tal sucede con familias enteras, como las cactáceas, crasuláceas y ficóideas, y con géneros especiales de las liliáceas, euforbiáceas, asclepiádeas, compuestas, etcétera, que son las plantas crasas por excelencia; y, aunque con crasitud menos marcada, pueden citarse otras plantas de diversos grupos, como la *Salsola Kali*, *Honckenya peploides*, *Cakile maritima* y *Calystegia Soldanella*, que habitan en las dunas litorales del Norte de nuestro país, y reciben radiaciones solares intensas sobre un suelo de arenas secas y calcinadas en las horas medias del día; las diversas especies de *Saxifraga* que habitan sobre rocas desprovistas de tierra; ciertas quenopodiáceas y especies de *Plantago* de nuestras estepas; el *Plantago maritima* de nuestras costas, algunas cariofileas, y la verdolaga de los suelos arenosos del interior.

El revestimiento tomentoso es también condición útil para las plantas que viven en contacto con un aire que es con frecuencia demasiado seco, y no son pocos los vegetales xerofilos que tienen las hojas recubiertas de vellosidad densa, y aun á veces lanuda. Tal sucede con varios gordolobos, muchas compuestas (*Andryala*, *Centaurea*, *Xeranthemum*, *Filago*, *Gnaphalium*, *Leontopodium*), y con no po-

cas labiadas (*Teucrium gnaphalodes*, *Salvia Æthiopsis*, *Lavandula Stœchas y pedunculata*, *Phlomis*, *Stachys*, etc.)

La escasez de estomas, carácter con mucha frecuencia unido al de la crasitud, disminuyendo los puntos por los cuales tiene lugar la exhalación del vapor acuoso, preserva eficazmente á las plantas de una desecación excesiva, determinada por el grado higrométrico demasiado bajo del aire ambiente.

La transformación de la epidermis, ya simplemente por la cuticularización de la capa externa de sus células, ó ya dando origen por secreción á revestimientos céreos, llega á impedir que se efectúe cambio alguno de productos volátiles con el exterior, y la transpiración queda localizada en los estomas. Los árboles y arbustos propios de los montes secos, como las encinas, coscojas, alcornoques, lentiscos, cornicabras, acebos y tantos más, suelen tener muy gruesa la capa cuticular de sus hojas, y lo mismo sucede con árboles cultivados que, como el olivo y el garrofero, se acomodan bien á los climas secos, y con las plantas herbáceas y matas (jaras y otras cistáceas, muchas gramíneas, claveles) que pueden vivir en las mismas localidades.

En sus recientes estudios referentes á la vegetación de Siberia, Schostakowitsch ha comprobado que las yemas de muchas de estas plantas, amenazadas de morir por desecación, por no poder reponer el agua que pierden por evaporación, se defienden, como todas las xerofilas, con engruesamientos de las cutículas, revestimientos pelosos y excreción de materias resinosas en sus escamas protectoras.

Los revestimientos céreos de la epidermis, como medios de disminuir las pérdidas de agua por transpiración, equivalen al engruesamiento de la capa cuticular, funcionando como un barniz aislador que localiza la exhalación en los estomas. Estos revestimientos acompañan siempre á la crasitud de las hojas y tallos, pero pueden existir en otros órganos, aun no siendo crasos, como en las hojas de los eucaliptos y *Nicotiana glauca*, y en los filodios de muchas acacias.

Las gramíneas, abundantes en los montes secos del centro de España (*Festuca*, *Lygeum*, *Agropyrum*, *Macrochloa*), suelen tener el limbo de sus hojas doblado por la línea media de su haz, cara en la cual se hallan todos sus estomas, aplicando una mitad sobre la otra; disposición que acentúan en razón directa de la sequedad del aire, y con la cual consiguen el mismo efecto que si los estomas se cerrasen por completo.

Preciso es reconocer que ciertas plantas que no presentan ninguna de las notables disposiciones que llevamos mencionadas, pueden resistir bastante bien las sequías prolongadas; mas no deberemos olvidar que la defensa de que carecen en las hojas puede compensarse por la profundidad de su aparato radical, como sucede con la vid común. En otros casos, el aborto de las hojas ó su reducción á pequeñas escamas, confiándose la función clorofílica á los tallos y ramas jóvenes, cuya epidermis está protegida por una gruesa capa cuticular y es pobre en estomas, constituye una defensa adecuada, que podemos observar en muchas plantas propias de sitios secos, como las *Ephedra*, *Casuarina*, *Erinácea*, retama común y aliagas.

La defensa contra la humedad excesiva es menos necesaria, por ser condición más favorable que adversa á la vida de los vegetales. Si artificialmente obligamos á una planta xerofila á vivir en una localidad cuyo ambiente sea constantemente húmedo, se aclimata fácilmente, y rara vez se resiente la vida del organismo transplantado. Si en vez de transplantar nos servimos de las siembras para llevar especies de los montes de Castilla á la región cantábrica, por ejemplo, se observa que las vellosidades densas ó tomentosas se atenúan hasta llegar á la pubescencia; que las epidermis forman capas cuticulares menos gruesas; en una palabra, que las plantas van reduciendo de una generación á otra las defensas de que estaban provistas, cuando no tienen ya que luchar contra su terrible enemigo la sequía.

Mayor peligro supone para la vida de muchas especies la excesiva humedad del suelo, sobre todo cuando llega al en-

charcamiento y éste persiste durante gran parte del año. Sabido es que, en estas condiciones, las gramíneas ceden el puesto á las ciperáceas y á otras plantas palustres (juncáceas, alismáceas, *Enanthe*, *Lemna*, etc.). Cuando la inundación no produce el arrastre del suelo, ni persiste largo tiempo, no determina la desaparición de los vegetales pre-existentes; mas sucede así cuando se mantiene durante un largo plazo, por resultar la mayoría de las plantas incompatibles con un estado del suelo contra el cual no tienen otra defensa que la actividad de la exhalación; recurso que, según hemos visto, es muy limitado.

VII

La luz no influye menos que el calor en la vida de las plantas, y, como éste, puede actuar desfavorablemente por sobra ó por defecto de intensidad.

Pudiera creerse que, siendo la luz agente tan necesario para la nutrición de las plantas, nunca podría serles perjudicial; pero está bien comprobado que la radiación solar muy intensa es menos favorable para la función clorofílica que una luz algo atenuada por la refracción de las nubes ó por la interposición de un medio transparente cualquiera. No teniendo los vegetales medios adecuados para debilitar la radiación solar hasta conseguir el grado óptimo que á dicha función conviene, han de valerse de procedimientos indirectos para obtener un resultado equivalente.

La defensa más sencilla que pueden emplear en este concepto es la que vemos funcionando en las praderas y nace de la misma aglomeración de los vegetales, que mutuamente se protegen proyectando su sombra unos sobre otros y logrando por tan sencillo procedimiento reducir considerablemente el tiempo que sobre cada punto de su superficie actúa la radiación solar directa. En los vegetales arbóreos, las diversas ramas van recibiendo sucesivamente el baño solar, del que no participan más que una pequeña parte en un

momento dado, y lo propio puede decirse de las diversas hojas que existen sobre una misma rama.

Los vegetales pequeños se amparan con gran frecuencia de otros mayores y más resistentes á la acción del sol, ó utilizan para este fin los accidentes del terreno. Aunque no es posible separar en absoluto la acción lumínica de la calorífica en las radiaciones solares, concóncense ciertas plantas que habitan entre otras beneficiándose de su sombra. Puede notarse que toda la vegetación pequeña de los bosques se halla en este caso, y ejemplo de ello tenemos también en tantas leguminosas (*Vicia*, *Pisum*, *Phaca*, etc.) que habitualmente se hallan en los matorrales. No demuestran en menor grado esta preferencia plantas que, como el *Lilium Martagon* y el acónito, no descuellan sobre la planta protectora hasta que producen sus espléndidas inflorescencias, y las que con tan aparente modestia viven, como muchas violetas y los fresales silvestres, siempre al amparo de otras matas más resistentes.

En otros casos, las plantas á quienes dañan las radiaciones demasiado vivas se acogen á las desigualdades del suelo y viven en laderas de gran pendiente, en los cortes de las rocas, en las grietas, debajo de las grandes moles desprendidas ó en las entradas de las grutas. Gran parte de los humildes líquenes y musgos se encuentran en los cortes menos expuestos al sol, y lo mismo sucede con la notable *Ramondia* del Pirineo, con muchas especies de *Saxifraga*, *Chænorrhinum* y *Hieracium*, y con no pocas especies de helechos (1). Casi todas las especies de este grupo parecen huir de las iluminaciones demasiado vivas y buscar los sitios húmedos y sombríos, con excepción del *Pteris aquilina*, que puede vivir aun en sitios muy descubiertos y soleados. Aunque en la radiación solar existen juntamente el calor y la luz, puede afirmarse que es esta última la que perjudica á los helechos, puesto que estas plantas abundan en los países

(1) *Asplenium Trichomanes, septentrionale, Ruta muraria, Notochlena vellea, Cheilanthes Hispanica, Davallia Canariensis, Polypodium vulgare*, doradilla.

tropicales, y aun los nuestros se acomodan bien al régimen de las estufas calientes, siempre que se les proteja contra los rayos solares.

La orientación de los limbos de las hojas bajo la influencia de los rayos lumínicos puede variar, determinando algunos cambios de posición, generalmente muy limitados, pero que pueden observarse en muchas de las plantas nictitrópicas, como leguminosas (*Acacia*, *Mimosa*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Trifolium*), oxalídeas y en la *Marsilia* (1). Según la posición, los rayos luminosos caerán sobre ellos con oblicuidades diferentes, logrando aumento ó disminución en el aprovechamiento de estas radiaciones. Nótase en muchas plantas, especialmente en las de los países tropicales, que estas variaciones de posición de los limbos tienden á orientarlos normalmente á la luz difusa más intensa, pero oblicuamente respecto de los rayos solares. Constituye, por tanto, un sistema de defensa contra una iluminación excesiva.

El estado superficial de los órganos ejerce también algún influjo en la absorción de la energía luminosa. La superficie pulimentada de algunas hojas, que devuelve por reflexión una parte importante de la luz recibida; las epidermis revestidas de pelos escamosos, como las de las eleagnáceas, de tomentos lanudos ó simplemente de revestimientos céreos, de todo lo cual hemos citado ejemplos numerosos, no sólo constituyen abrigos, sino que disminuyen considerablemente la cantidad de luz que puede llegar hasta los cuerpos clorofílicos. El mismo efecto se produce cuando la epidermis consta de más de una capa de células (ciertos *Ficus*) ó existen capas de refuerzo (hipodermis), como en las piperáceas y bromeliáceas.

La coloración de las celdas epidérmicas, frecuentemente provistas de materias colorantes violadas (antocianinas),

(1) Nos referimos únicamente á las pequeñas variaciones de posición que bajo el influjo de la luz sufren los limbos durante el día, no á los movimientos nictitrópicos, ni á los espontáneos, que no tienen por causa la luz y que se observan también en algunas de las plantas que citamos.

que tanto se acusan en el *Eryngium maritimum* y otros, y la aun más frecuente difusión por las celdas de la epidermis de materias colorantes rojas (amarantáceas, fitolocáceas, quenopodiáceas), son disposiciones que, no sólo disminuyen la intensidad, sino que modifican la composición cromática de las radiaciones absorbidas. Hasta qué punto se modifican las propiedades de la luz en estas circunstancias, lo comprueba el experimento de Mr. Kny, que ha demostrado que una luz refractada á través de una disolución de antocianina no decolora, como la luz ordinaria, las disoluciones de clorofila.

La frecuencia con que las plantas de los países intertropicales, y otras que viven en espacios muy vivamente iluminados, presentan estas coloraciones, ha hecho pensar á Kerner von Marilaun que las coloraciones rojas de la epidermis sirven para disminuir el número de vibraciones y aumentar las longitudes de la onda luminosa hasta convertir la vibración lumínica en calorífica, idea cuya comprobación completa sería del más alto interés.

Es un hecho conocido, que plantas muy diversas (*Brassica oleracea*, *Antirrhinum majus*, *Oxalis corniculata*, *Mahonia*, varios *Sedum* y *Taraxacum*, entre otras muchas), que mantienen sus hojas vivas en pleno invierno, suelen presentarlas de color amoratado, debido á la difusión de materias rojas, que desaparecen al volver la buena estación (1). En la hipótesis de Kerner von Marilaun, este fenómeno curioso se explicaría de una manera satisfactoria, pues dichas plantas lograrían cambiar una cantidad de la luz recibida, que no suele ser de poca intensidad en los días despejados de nuestro invierno, y de la que en dicha época no necesitan hacer gran gasto por la atenuación de sus funciones vegetativas, por otra cantidad equivalente de calor, energía de que entonces tiene mayor necesidad.

(1) Fenómeno acerca del cual llamaba la atención en Marzo de 1886 en las actas de la Sociedad Española de Historia Natural. (Anales de la misma, tomo xv, cuaderno 1.º, pág. 22.)

Kny, procurando comprobar la hipótesis de Kerner, ha sometido á la iluminación, por medio de radiaciones solares refractadas á través de una disolución de alumbre, dos plantas de una misma especie: una cuyas hojas estaban enrojecidas, y otra que las conservaba del color verde normal, llegando á comprobar que un termómetro colocado detrás de las primeras marcaba cuatro grados más que si le colocaba detrás de las segundas.

Mayores peligros trae consigo la atenuación extremada de la luz, y también de ella necesitan defenderse los vegetales.

Las variantes de orientación de los tallos y ramas que las plantas experimentan cuando se colocan en lugares mal alumbrados, y por las cuales tienden siempre á dirigirse hacia la parte más iluminada, igualmente que el alargamiento desproporcionado de los tallos en las plantas ahiladas por una larga estancia en estas condiciones, revelan tendencias naturales encaminadas á este fin.

Las plantas volubles se sirven del arrollamiento de sus tallos para elevarse sobre otras que les hacen sombra y alcanzar un espacio más iluminado. Comparando las dos especies de *Calystegia* que hay en España, veremos hasta qué punto la luz influye en la volubilidad. La *Calystegia Sepium*, que habita entre las malezas de los setos y riberas, tiene que disputar á otras plantas la absorción de los rayos lumínicos, y para poder hacerlo con algún éxito se eleva por medio de sus tallos volubles, que defienden vigorosamente su derecho á la vida. La otra especie habita en el suelo arenoso de las dunas; y como la vegetación de éstas es tan escasa que no llega á cubrir la desnudez del suelo, los rayos del sol llegan directamente á todos los vegetales que la constituyen; por esto la *Calystegia Soldanella*, lejos de ser voluble, tiene los tallos tendidos sobre la arena y se halla bañada por una radiación luminosa, viva é intensa. Otras convolvuláceas, como la vulgarísima corre-güela, son volubles ó no, según las circunstancias en que viven; dicha especie lo es cuando vegeta entre las mieses ú

otras plantas grandes, pero nunca cuando se halla en las márgenes de los caminos, vías férreas ú otros suelos igualmente pobres en vegetación, donde, aun adoptando la forma de tallos tendidos, tienen asegurado el concurso de los rayos solares.

Un caso curioso de acomodación á una luz débil es el de las algas de profundidad, pues los pigmentos que tienen sus células sólo dejan llegar á los cloroplastidios luces coloreadas de los tonos más favorables para la función cloroflica; de modo que la falta de intensidad de la luz en las aguas profundas se compensa por su calidad cromática, que la permite ser útil, aun dentro de su escasa intensidad. Hoy ya no se duda que á esta condición deben las algas florídeas su aptitud para vivir donde otras especies no podrían hacerlo, y que la distribución de las algas marinas por zonas batimétricas se determina por la luz y no por la presión, pudiendo encontrarse cerca del nivel de las aguas especies de profundidad, siempre que se hallen en las grietas y oquedades de las rocas sumergidas, ó en otras condiciones que dificulten el acceso de la luz.

Las plantas llamadas *esciafilas* se hacen notar por la marcada preferencia que demuestran por los espacios débilmente iluminados, y buen ejemplo de esto hallamos en las plantas ornamentales, vulgarmente llamadas plantas de salón (1), las cuales pueden permanecer meses y aun años en el interior de las habitaciones, donde aun la entrada de la luz difusa suele ser difícil en no pocos casos. Pero hay un ejemplo verdaderamente extraordinario, el de la *Halosphaera viridis*, alga clorofícea hallada en las exploraciones de biología marina verificadas á bordo del *Plankton* en el Atlántico, y después en las del *Pola* en la parte oriental del Mediterraneo (2), en profundidades de 1.000 á 2.200 metros, donde apenas se concibe que lleguen las radiaciones luminosas. Algunas bacteriáceas se han recogido también

(1) Muchos helechos, cicadáceas, coníferas, ciertas palmáceas, *Aspidistra lurida*, *Ficus elastica*, algunas *Tradescantia*, etc.

(2) En 1889 y en 1890 respectivamente.

entre 800 y 1.100 metros; pero éstas, careciendo de clorofila, como casi todas las de esta familia, pueden vivir sin el concurso de la luz.

También hay plantas cuya organización parece estar preparada para resistir las radiaciones solares más intensas, recibéndolas directamente durante largas estaciones, sin acusarse en ellas molestia ni alteración alguna. Son éstas especialmente las que forman la escasa vegetación de los desiertos y dunas, ó las raras matas y arbustos que sobresalen del nivel de las praderas y continúan vivas y verdes aunque éstas se agosten. La mayoría de estas plantas son crasas, ó al menos tienden á la crasitud, como casi todas las que viven en verano en los arenales marítimos.

Para explicar cómo los vegetales se adaptan á grados tan diversos de iluminación, además de las varias condiciones enumeradas como modificadoras de la intensidad y de la composición cromática de la luz, que actúan sobre ésta antes de su acceso á los cuerpos clorofílicos, deberá tomarse en cuenta la idea de que hay distintas clorofilas, y que, según su especie, pueden funcionar utilizando luces también diversas, idea que es cada día más verosímil.

Natural es que las plantas carentes de clorofila, cuya nutrición está asegurada por procedimientos que no las exigen realizar directamente y por sí mismas la síntesis de los compuestos ternarios (parásitas, saprofitas, húmicas y fermentos), no dependen de la luz como las plantas verdes, y pueden vivir en espacios poco ó nada iluminados, como sucede á la mayoría de los hongos y bacteriáceas, y aun á parásitas superiores, como las balanoforáceas y raflesiáceas. Pero tampoco podría decirse que la obscuridad sea una condición necesaria para todas las parásitas sin clorofila, pues algunas de éstas, como las *Psalliota* entre los agaricáceos, y algunos *Orobanché* entre los vegetales superiores, aparecen en sitios bien iluminados y expuestos á los rayos del sol, si bien los micelios de los primeros y el aparato de absorción de los segundos permanecen siempre subterráneos.

VIII

Aun siendo los vegetales organismos en cuya nutrición predominan de un modo tan decidido los fenómenos químicos sintéticos, seres cuya economía química está especialmente constituida para el ahorro y acumulación de materias orgánicas, y cuyos gastos de desasimilación son relativamente muy escasos, merced á la utilización de la energía adquirida en gran escala del calor y de la luz solares, y en los que, por tales condiciones, parece asegurada de nutrición, hay, sin embargo, casos en que las necesidades de ésta se cubren con dificultad, y en los que, á no contar con algún medio defensivo, se hallarían expuestos, como los animales, á perecer de inanición.

La generalidad de los vegetales; y en la mayoría de los casos, no corren tal peligro sino es al germinar y por la mala composición del suelo; pero hay algunos momentos en la biología de las plantas en los que pueden experimentar verdaderas deficiencias de nutrición.

Sabido es que, fuera de los climas tropicales, bajo los cuales la vegetación no presenta intermitencias tan marcadas, la vida vegetal se desenvuelve con actividad muy diversa, según la estación. En las especies bienales y perennes existe un período de crecimiento muy rápido, en el que en pocos días elaboran los numerosos órganos que constituyen sus inflorescencias, cuya formación representa en definitiva un gasto considerable. Lo propio ocurre durante la antesis, y aun durante la fructificación, cuando los frutos son numerosos y grandes, y de crecimiento muy rápido.

Tales gastos no pueden compensarse con los ingresos que diariamente procura la planta para su nutrición, y el equilibrio fisiológico parecería liquidado con déficit si estos vegetales no dispusiesen de las reservas alimenticias previamente acumuladas en períodos anteriores, en los que la vida normal les consintió depositar hidratos de carbono

ó substancias á ellos equivalentes, y materias azoadas, guardando estas substancias en órganos adecuados, donde el aire no tenga fácil acceso, y en los que se hallen protegidos de los cambios de temperatura. Estos depósitos pueden constituirse en las mismas raíces, engrosadas ó convertidas en órganos tuberosos; lo son con mucha frecuencia los diversos tipos de tallos subterráneos, alguna vez la médula de los tallos aéreos, ó también las bases de las hojas radicales convertidas en órganos carnosos y aplicadas sobre el tallo formando bulbos.

Otro caso notable, que sólo puede concebirse como encaminado á llenar deficiencias de la nutrición, es el de las plantas carnívoras, ó más propiamente insectívoras. No es hora ya de discutir la realidad de los hechos, por lo menos para muchas de las especies que han recibido estas calificaciones; se concibe que estas plantas no poseerían funciones y mecanismos tan especiales si de la digestión de las materias azoadas no obtuviesen alguna ventaja en la concurrencia vital.

¿Cuál puede ser esta ventaja? Tratándose de una función cuyo resultado definitivo es poner en contacto con la planta ciertas materias azoadas y en disposición de ser absorbidas, no se concibe que todo esto pueda tener otra finalidad que la de procurar á las plantas que la poseen un suplemento de nutrición.

¿Cómo suponer que fenómenos tan característicos y curiosos como la producción de pelos secretores, cuyos jugos son capaces de actuar como digestivos, con tanta frecuencia combinada con la existencia de disposiciones especiales prensoras para la captura de los insectos (*Dionæa*) ó de crustáceos pequeños (*Utricularia*), y aun más la conversión de las hojas (*Sarracenia*, *Nepenthes*, *Darlingtonia*, *Cephalotus*) ó de las estípulas (*Marcgravia nepenthoides*, *Dischidia Rafflesiana*) en grandes cavidades donde se acumulan jugos digestivos, constituyendo órganos que sin gran esfuerzo de imaginación podríamos calificar de estómagos, no tenga finalidad alguna? ¿Cómo admitir que

tales funciones dejen de intervenir en la nutrición de estas plantas?

Pues si intervienen suministrándoles alguna cantidad de compuestos azoados asimilables, por camino tan extraordinario en el reino de las plantas, y estas especies logran así un suplemento de alimentación nitrogenada de que las otras plantas no disponen, ¿cómo hemos de creer que tales hechos no respondan á necesidad ninguna ni influyan en la vida de las especies?

Sin duda alguna existe fundamento sobrado para admitir que las plantas llamadas carnívoras poseen una vía más que las otras para la asimilación del nitrógeno, y que condición tan especial ha de corresponder á necesidades vitales de las mismas.

Menos fácil sería, en el estado actual de la cuestión, resolver de un modo indubitado el problema de por qué estas plantas necesitan un suplemento de alimentación azoada, del que no parecen tener necesidad los demás vegetales. Acaso su aparato radical no halla en el suelo la suficiente cantidad de materias nitrogenadas bajo las formas absorbibles usuales. Aventurado sería afirmarlo así de un modo definitivo para todos los vegetales insectívoros; pero hay algún caso, el de las especies europeas de *Drosera*, en el que esta idea podría admitirse sin repugnancia. Viven estas plantas en las laderas de las montañas, entre musgos y otras especies propias de las praderas bañadas por aguas corrientes de poco caudal pero de gran pureza, y no es inverosímil pensar que sus raíces, pequeñas y poco profundas, fijas en aquel suelo continuamente lavado, no hallen en él sino leves indicios de principios nitrogenados absorbibles.

No todas las plantas insectívoras viven en idénticas condiciones; pero debemos pensar que la lixiviación continuada del suelo no es la única causa posible de la pobreza de éste en materias azoadas. Los nitratos, nítritos y sales amónicas del suelo son, en realidad, los últimos productos derivados de la descomposición de las materias orgánicas nitro-

genadas, y se comprende que, si éstas escasean, no podrán abundar aquellos productos. También podría buscarse la explicación en condiciones especiales de la raíz de las plantas insectívoras, aunque esta explicación nos parezca hoy menos admisible.

IX

Como caso particular merece algún examen el que se refiere á las condiciones especiales en que viven las plantas acuáticas, que, por el medio en que se hallan, luchan con circunstancias á veces muy diversas de las que rodean á los vegetales terrestres, y para contrarrestar aquellas que les sean perjudiciales necesitan disponer de algunos procedimientos á ellas peculiares.

Plantas hay que no tienen la vida acuática como una necesidad permanente, y se acomodan á seguir viviendo como terrestres después de haberlo hecho durante algún tiempo en el agua dulce, ó á la inversa. De estas plantas, que podemos calificar de anfibias, hallamos curiosos ejemplos en la familia de las alismáceas, muchas de cuyas especies, para acomodarse á estos dos medios, presentan unas hojas sumergidas y otras flotantes ó aéreas, acomodándose las primeras á la forma cintiforme, tan frecuente en las monocotiledóneas inferiores, mientras que las segundas tienen sus limbos y peciolo claramente diferenciados.

La *saeta* de agua, sobre todo, nos permite observar que, cuando vive en aguas de mayor profundidad que aquellas en que habitualmente se encuentra, carece de las hojas aéreas, y todas las que produce son cintiformes y sumergidas (variedad *vallisneriaefolia*), únicas que son compatibles con la vida acuática de cierta profundidad. Las saetas que se hallan arraigadas en el fondo, y viven en aguas poco profundas, desarrollan sus dos clases de hojas y su hermosa inflorescencia; pero si el caudal de agua del remanso ó laguna en que habitan eleva su nivel y mantiene esta elevación de

un modo indefinido, las plantas se ven privadas de florecer y fructificar, sus funciones reproductoras han desaparecido mientras estas condiciones subsistan, pero se defienden, adaptándose á la vida exclusivamente acuática, y merced á sus hojas cintiformes conservan, al menos, sus funciones de nutrición.

Sin generalizar esta adaptación, haciéndola extensiva á todas las plantas que habitan en condiciones parecidas, debe notarse que una cosa muy semejante ocurre con el llantén de agua, el cual, cuando vive en aguas algo profundas, sólo emite hojas sumergidas y cintiformes (variedad *graminifolia*) y reduce considerablemente el desarrollo de sus inflorescencias.

La existencia de dos clases de hojas, unas sumergidas y otras aéreas ó flotantes, diferentes tan sólo en su estructura, como en las ninfeáceas, ó diversas en estructura y forma, como en la *Cabomba*, varios *Ranunculus* acuáticos, ciertos *Enanthe*, *Bidens*, *Cotula*, etc., parece revelar que esta condición es inherente á la vida de los vegetales anfibios.

Cuando las plantas acuáticas propias de los remansos de los ríos y de los estanques tienen que acomodarse á las variaciones de nivel del líquido y procurar que, al elevarse éste, sigan flotando los limbos de sus hojas, lo consiguen unas merced al alargamiento de los peciolo, como sucede con el *Hydrocharis Morsus-ranæ*, y otras, como la *Pontederia crassipes*, se desprenden del fondo en donde tenían fijas sus raíces, y merced á sus peciolo gruesos é inflados se convierten en plantas verdaderamente libres y flotantes. Cosa semejante se ha observado en un helecho llamado *Ceratopteris thalictroides*.

Ciertas plantas acuáticas pueden vivir sin adherirse á ningún cuerpo sólido, y permaneciendo durante toda su vida flotando en las aguas en plena libertad. Tales son la utricularia y la castaña de agua, entre las dicotiledóneas, las lemnaáceas y la *Pistia* entre las monocotiledóneas, las azolas y salvinieas entre las criptógamas vasculares, las *Riccia* y los *Sphagnum* entre las muscíneas, algunos mucoráceos entre

los hongos, y los sargazos entre las grandes algas. Para conseguir flotar, estas plantas pueden servirse de sus peciolos inflados y en parte huecos (*Pontederia*, *Trapa*), de los gases alojados entre el parénquima de sus hojas (*Pistia*, *Salvinia*, *Azolla*, *Sphagnum*) ó en las laminitas de sus tallos (Lemnáceas, *Riccia*, *Ricciella*); y hasta en sus ascidias (*Utricularia*); pero los casos más notables son los de las algas fucáceas flotantes (*Sargassum*), que presentan ramitas especiales cerradas y huecas (aerocistos) en las que sólo se encierra aire desoxigenado. Otras algas de esta familia, aunque viven adheridas por su base á las rocas de la costa, presentan igualmente aerocistos, bien sea incluidos como ampollas en las láminas de su talo (*Ascophyllum*, varios *Fucus*), ó bien los originan engrosando y ahuecando las bases de sus ramillas (cistosíreas) ó dedicando á este servicio ramitas especiales (*Halydris*). También se conocen aerocistos en algunas grandes laminariáceas (*Macrocystis*) que normalmente viven ancladas por su base.

Las algas filamentosas y las laminares muy delgadas pueden flotar durante largo tiempo en las aguas, aun cuando no poseen aerocistos; pero las algas macizas y grandes que carecen de ellos no consiguen mantenerse en la superficie del líquido.

En las plantas de agua dulce que, como las lemnáceas, viven en aguas estancadas, para mantener fija la posición de sus tallos tocando al agua por su envés y en contacto con el aire por su haz, producen una ó más raíces que no se fijan nunca en el fondo, pero dan estabilidad al cuerpo flotante de la planta, y lo mismo se observa en la *Salvinia natans*, que no tiene raíces, pero convierte en órganos radicales formas verticales la tercera parte de sus hojas.

En las aguas marinas sujetas á una continua y violenta agitación, las algas filamentosas y delicadas se fragmentarían, hasta el punto de no poder vivir si no se defendiesen de las violencias del medio ambiente entrecruzando sus ramillas para formar fieltros, que adoptan la forma de ramas gruesas y cilíndricas (*Codium tomentosum* y *elongatum*) ó

de masas redondeadas (*Codium adherens*, y *Bursa*, *Hydroclathrus sinuosus*, *Rivularia nitida*, *Leathesia tuberculiformis*, *Ægragopila*), las cuales pueden vivir ya adheridas á las rocas, ó ya libres y flotantes. Recientemente ha demostrado M. Ray que esta forma se debe á la agitación continua del líquido, consiguiendo especialmente que un hongo que no la afecta nunca espontáneamente (*Sterigmatocystis alba*) la adquiera cultivándole en un líquido sometido á estas condiciones.

Por último, las plantas acuáticas continuamente maceradas por el agua podrían perder excesiva cantidad de principios dializables, y se defienden de tal peligro dificultando la ósmosis por medio del barniz mucilaginoso de que con tanta frecuencia las encontramos revestidas.

X

Entre los medios puestos en juego por las especies vegetales para defenderse en la lucha que entre sí tienen entablada, figura como uno de los más importantes el asegurar la sucesión, aumentando las condiciones favorables para la función generadora.

Por lo que á las plantas muy inferiores se refiere, la sucesión se asegura más por la multiplicidad de procedimientos reproductores asexuales que porque sus especies presenten disposiciones singularmente favorables para la fecundación. Aunque la posibilidad de reproducirse por un procedimiento sexual, isogamia ó heterogamia, existe en la generalidad de las criptógamas, pues sólo puede faltar en ciertas familias de algas y en la mayoría de los hongos, los procedimientos reproductores asexuales son los que rara vez faltan en ellas.

Mucho se ha cuestionado sobre la extensión de la función sexual en el grupo de los hongos, y mucho se habrá de discutir aún antes que esta cuestión esté del todo esclarecida;

pero las investigaciones recientes de M. Thaxter respecto de los laboulbeniáceos, hongos indudablemente ascomicetos, cuya períteca resulta de una fecundación, según sus observaciones, parécenos que hacen entrar la cuestión de la sexualidad de los ascomicetos en una nueva fase. Los resultados obtenidos por De Bary en sus estudios sobre la *Sphaerotheca* por Eidam sobre los *Eremascus*, por Janczewski sobre los *Ascobolus*, por Killmann sobre la *Pyronema*, y por Stahl sobre los líquenes colemáceos, hicieron creer un día que la reproducción sexual del gran grupo de los hongos ascomicetos estaba comprobada. Posteriormente los trabajos de Van Tieghem, y sobre todo los de Brefeld, negaron á estos hongos caracteres sexuales, y las observaciones de Thaxter mencionadas y las de Harper sobre la *Sphaerotheca* vuelven á las ideas de De Bary, y consideran que las tecas tienen un origen sexual. Si esto llegase á confirmarse, el número de hongos desprovistos de reproducción sexual sufriría una importante reducción.

La disposición más notable que para favorecer la fecundación observamos en las criptógamas es la fragmentación del protoplasma contenido en el anteridio formando masas especialmente constituidas para la locomoción (anterozoides), artificio especialmente acomodado para la fecundación en los medios acuáticos, y por el cual ciertas algas, las muscíneas y las criptógamas vasculares, aumentan considerablemente las probabilidades de su reproducción sexual.

En cuanto á las plantas superiores, las disposiciones favorables para la fecundación son muchas, encaminadas á la fecundación cruzada en su inmensa mayoría, y algunas también á la directa.

La abundancia de flores masculinas respecto de las femeninas es general en plantas de flores unisexuales; los estambres son, con mucha frecuencia, más numerosos que los pistilos; los granos de polen que una antera puede originar son inmensamente más numerosos que los óvulos que puede producir un carpelo; condiciones todas que contribuyen á aumentar las probabilidades de fecundación.

Ciertamente que la distancia que media entre los estambres y los pistilos, tratándose de la fecundación cruzada, que es el caso general, es un obstáculo, y dificulta esta función; pero téngase en cuenta que la diseminación del polen, favorecida por lo numeroso de sus granos, por la existencia en ellos de aletas (abietáceas), crestas ó láminas salientes de su exina (*Polygala* y compuestas ligulifloras), por tener ésta erizada de púas (malváceas) ó separada de la intina y dividida en bandas que la sirven de flotadores (*Thunbergia*, *Mimulus*), sortea estas dificultades permitiendo al polen flotar en la atmósfera durante largo plazo. Solamente entre las plantas dioicas, y cuando la distancia entre uno y otro sexo sea considerable, podrían ser escasas las probabilidades si no existe alguna otra disposición compensadora; pero este caso sólo es posible en los cultivos de plantas exóticas.

Hay además disposiciones especiales que contribuyen á facilitar la diseminación del polen, como la que se advierte en las urticáceas y moráceas, cuyos estambres se desdobl原因 bruscamente como un resorte en el momento de abrirse las anteras. Los movimientos por irritabilidad de algunos estambres, como los de la *Sparmannia*; la superficie glandulosa de casi todos los estigmas, apta para retener todo grano de polen que con ellos tenga contacto; la irritabilidad del estigma en algún caso (*Mimulus*); su gran superficie á veces (*Paspaver*, *Nuphar*, *Opuntia*, *Begonia cucullata*), y aun la existencia de indusios estigmáticos cupuliformes (*Brunonia*, *Goodenia*), son todas disposiciones que facilitan la fecundación.

Pero entre todas las disposiciones que tienden á favorecer la polinización, ninguna tan curiosa y eficaz como la intervención de los insectos. Las frecuentes visitas de los himenópteros, lepidópteros, muchos hemípteros, dípteros y coleópteros, y hasta los de pájaros pequeñísimos (1) son útiles

(1) Especialmente ciertos troquílidos ó colibríes que en las flores gamopétalas grandes de labiadas, bignoniáceas y solanáceas desempeñan el mismo papel que los insectos, como el *Docimastes ensiferus* en las flores de *Datura*. Recientemente Mac Gregor ha llamado la

á las flores, porque, al apoderarse de los alimentos que en ellas encuentran, se rozan con los estambres y estigmas, ejerciendo así una misión beneficiosa que se traduce en el comercio de polen entre unas y otras flores.

Casos hay en que esta intervención es no sólo útil, sino indispensable; pues, á no ser por ella, la polinización sólo podría llevarse á cabo por raro accidente. Tal sucedería cuando los estambres están soldados con el pistilo y todos los granos de un mismo saco polínico se emiten reunidos en una masa ó polinia. Tampoco en las aristoloquias se realizaría la fecundación sin la intervención de los insectos, á pesar de que sus flores, si bien son ginandras, emiten los granos de polen sueltos. En los *Epimedium*, á la inversa, no hay ginandria, pero sí masas polínicas especiales que, encorvándose, se colocan á cierta altura sobre el estigma, y los insectos se encargan de realizar la acción fecundante.

En las asclepiadeas y orquídeas concurren ambas condiciones, la ginandria y las masas polínicas mazudas y dispuestas para adherirse á los insectos que visiten sus flores, los cuales van después sembrando á su paso la fecundidad. Las flores de las orquídeas ostentan formas bizarras, decoradas con coloraciones vivas y variadas, simulando imágenes de los insectos que las visitan, perfumadas á veces con intensos olores, disposiciones todas que tienden á llamar la atención y atraer las visitas de sus benéficos huéspedes. Aunque la utilidad principal que á todas las plantas procuran las brillantes coloraciones y los aromas de sus flores consiste en la atracción de los insectos para la polinización, en ninguna familia observamos tan curiosos casos de mimetismo como en las orquídeas, ni vemos tan claramente seres complicados del reino superior y activo, puestos al servicio del reino inferior y pasivo.

Tan numerosas y frecuentes son las disposiciones favora-

atención sobre la intervención del *Trochilus colubris* en la fecundación de la *Salvia splendens* y la del *Calypte anna* en la de la *Salvia coccinea*.

bles á la fecundación cruzada, que no podemos dudar de que constituye la ley general de la función reproductora en las plantas superiores. La necesidad del cruzamiento se impone unas veces por desigualdades de longitud entre los estambres y estilos, por soldadura de unos y otros, ó por otras varias disposiciones mecánicas que dificultan ó imposibilitan la fecundación directa, pero con mayor frecuencia aún se hace necesaria por la falta de sincronismo en la maduración de los estambres y pistilos de una misma flor.

Casos hay también que no sabríamos interpretar de otro modo que como demostrativos de una tendencia encaminada hacia la fecundación directa. Tales son la aplicación sucesiva de los estambres sobre el estigma de la misma flor en las especies de *Ruta* y de *Loasa*; la disposición del estigma de los *Melampyrum* encorvándose para quedar situado entre las anteras; la curiosa disposición del cáliz de las aristoloquias en que el insecto está preso hasta que la polinización se efectúa; el singularísimo andróceo de las flores de *Couroupita*, que, componiéndose de numerosos estambres, presenta en uno de sus lados una lígula curva cuyo limbo sostiene otros tantos estambres invertidos; disposición curiosa por la cual el estigma queda comprendido entre dos planos de anteras que se rozan entre sí; las bandas de pelos gruesos situadas en las líneas medias de los sépalos de algunos lirios, y que se rozan con los estigmas y estambres correspondientes cuando las brisas agitan sus piezas florales; la posición horizontal de las anteras de las *Nymphæa*, que, dobladas sobre el filamento, proyectan su polen sobre el estigma; y, por último, la fecundación operada en las flores cleistógamas de *Viola*, *Lamium*, etc., cuyas corolas no llegan á abrirse.

XI

No basta á los vegetales asegurar su fecundación por tan curiosos procedimientos, y necesitan que, una vez efectuada, produzca numerosos gérmenes, y que éstos tengan

fácil diseminación. Todas las facilidades que á esto conducen equivaldrán á otras tantas ventajas en la lucha de las especies entre sí.

Los gérmenes son numerosos en todas las especies, hasta el punto de que, si cada uno diese lugar á una nueva planta, la Tierra entera sería pequeña para sustentar los individuos que una sola especie pudiese producir en pocos años. Con recordar la abundancia de aquenios de ciertas compuestas y umbeladas, el número de semillas de algunas crucíferas, la cantidad de drupas que puede producir un cerezo ó de sámaras originadas por un olmo, las innumerables semillas que dan los sauces, chopos y tamarices, ó las que contiene un fruto de estramonio de adormidera, de melón ó de calabaza, se encontrará justificada la anterior afirmación.

Pero no son igualmente prolíficas todas las especies, y difícil sería que las plantas superiores pudiesen competir en este punto con ciertas humildes criptógamas, sobre todo con las que pueden disponer de varios procedimientos para reproducirse. Las algas inferiores, además de sus gérmenes propiamente dichos, pueden reproducirse por la disociación de sus células, por quistes que resisten la desecación sin perder su vitalidad, y hasta por procedimientos singulares, como los horgomonios de las nostoquíneas. Las rodofíceas superiores originan con cada germen sexual fecundado, no una nueva planta, sino varios grupos de protosporas, cada una de las cuales puede dar lugar á una planta nueva. ¿Quién podría calcular el número de esporas contenidas en los esporangios de un pie de helecho ó en los aparatos esporíferos que corresponden á un solo micelio de agaricáceo?

Y no es sólo el número, sino la diversidad. Los hongos, además de las esporas, suelen tener otro ú otros procedimientos reproductores asexuales, que llamamos conidios. Los líquenes se reproducen por esporas, estilosporas, espermacios y soredidios, cuyos tres primeros procedimientos les son comunes con los hongos ascomicetos; éstos tienen además conidios, como la mayoría de los hongos; mu-

chos grupos de algas y algunos de hongos acomodados á la vida acuática presentan sus esporas especiales, zoosporas, que pueden moverse por medio de pestañas ó flagelos vibrátiles; las muscíneas pueden reproducirse por esporas y por propágulos; pero nada más complicado por la diversidad de sus gérmenes que los hongos uredináceos, sobre todo algunas especies de *Puccinia*, con sus teleutosporas, uredosporas, ecidiosporas y ecidiospórulas, hasta el punto de que, seguirlos en todas sus fases y en las emigraciones de su parasitismo, tiene algo de vertiginoso.

Podría afirmarse que todas las especies que se distinguen por su mayor virtud prolífera necesitan de ella para defenderse de algunas condiciones adversas. Los numerosos ejemplos que de árboles ricos en semillas hemos mencionado, y tantos otros como podríamos citar, necesitan ser prolíficos para defenderse contra la lentitud de su desarrollo relativamente á la de las plantas de menor tamaño. Mientras una planta anual da semillas á los pocos meses de originarse, una bienal las produce en el segundo año de su vida, y una mata ó un arbusto á los pocos años, una planta arbórea vive varios, y á veces muchos, antes de originar su primera cosecha.

Solamente merced á la abundancia de gérmenes pueden los hongos perpetuar su existencia, puesto que casi todas sus esporas hállanse destinadas á morir apenas iniciada la germinación, no pudiendo ser útiles sino aquellas que germinen oportunamente y muy próximas á la planta en que han de ejercer el parasitismo, á las materias orgánicas en cuya descomposición han de hallar nutrimento adecuado ó en contacto con las algas con que han de asociarse en simbiosis, condiciones todas que sólo concurren en muy contados puntos.

No menos interesantes son los procedimientos puestos en juego para la diseminación de los gérmenes. Entre los casos más notables de la criptogamia, pueden citarse los *Mucor*, que transforman en glucosa la cubierta de sus esporangios, substancia que encierra á las esporas mientras no

tiene contacto con la humedad, pero, que llegado este caso, se disuelve y las esporas quedan en libertad en las condiciones más favorables; las esporas de algunos hongos entomofloráceos que, como sucede en la *Empusa*, son lanzadas á cierta distancia; la higroscopicidad de los hongos geastráceos, que les permite suspender la emisión de esporas durante los períodos de tiempo seco; los elaterios, también higroscópicos, de muchas hepáticas que en tiempo húmedo lanzan las esporas á distancia; los peristomas de las cápsulas de los musgos, que en muchas especies se afectan por el estado higrométrico, como alguna vez los pedúnculos (*Funaria*); y, por fin, las esporas de los equisetos, que por la división de la exospora en bandas, patentes en seco, se procuran un aparato flotador, que se pliega cuando la humedad le hace innecesario, una vez hallado un sitio húmedo bueno para la germinación.

Numerosos son también los ejemplos que las plantas fanerógamas nos suministran, demostrando su tendencia á diseminar los gérmenes en el área más amplia posible. Podemos notar en ciertos casos el lanzamiento de las semillas á corta distancia producido al abrirse las legumbres de muchas retamas y aliagas, los elaterios de las euforbiáceas, y las cápsulas de las violáceas. Espárcenlas á mayores distancias los frutos elásticos de la balsamina, nicaragua, cohombro é *Impatiens*.

Observamos en otros cómo la planta fructífera se convierte en juguete de los vientos, recorriendo largas distancias y esparciendo sus gérmenes al chocar aquí y allá en los cuerpos salientes del suelo, como lo hacen los cardos corredores de nuestra flora ó la famosa rosa de Jericó en los desiertos arenosos de Siria y Palestina. Esta última especie es además higrométrica; así, que al llegar á un sitio húmedo, donde sus semillas pueden prosperar, abre sus ramas y cesa su movilidad. No es la rosa de Jericó la única planta que se sirve de la higroscopicidad para activar ó dificultar la emisión ó desprendimiento de sus gérmenes, pues de un modo semejante actúan el *Lycopodium Nidus*, los involu-

cros de *Carlina*, las umbelas de *Daucus* y los frutos de ciertos *Messembryanthemum*.

Los frutos de determinadas plantas, muy especialmente los de algunas umbelíferas, borragíneas y rubiáceas, tienen la superficie erizada de púas ganchudas que se adhieren á nuestras ropas y al pelo y lanas de los animales, no desprendiéndose sino mucho después y casi siempre en sitios lejanos. Igual efecto determinan las espinitas ganchudas de las cúpulas fructíferas de las ambrosiáceas.

Pero ningún procedimiento tan generalizado para la diseminación de los gérmenes como el producirlos pequeños y dotados de mecanismos flotadores para que puedan ser arrastrados por las corrientes de aire.

Muy variados son los paracaídas de las fanerógamas, y corresponden á los frutos en unos ejemplos y á las semillas en otros. Los correspondientes á los frutos consisten unas veces en cúpulas constituídas por el limbo calicinal, como en ciertas compuestas y valerianáceas; otras en verdaderas aletas, nacidas del pericarpio unas veces, como en las samaras de los olmos, fresnos y ailantos, samaridios de las aceríneas, silículas de tantas crucíferas (ciertos *Lepidium*, *Iberis*, *Thlaspi*, *Æthionema*, *Isatis*, *Carrichtera*, etc.), y en tantos otros frutos de diversas familias (1); algunas en aletas del cáliz fructífero (varias quenopodiáceas y poligonáceas, *Dipterocarpus*); en algún otro caso se observa también una corona escariosa debida al involúcro (dipsáceas). Otras veces los estilos prolongados y persistentes originan una arista pelosa ó plumosa que acompaña á los frutos (varias ranunculáceas, rosáceas y geraniáceas), ó los limbos calicinalés se transforman en aristas rígidas (dipsáceas) ó en vilanos, como en tantas compuestas y valeríneas.

También las semillas suelen presentar algún aparato flotador propio, especialmente las que proceden de frutos polispermos, hallándose ejemplos de esto en familias tan va-

(1) *Pterocarpus*, *Ptelea*, *Psichine*, *Pterochrosia*, *Dinemandra*, *Banisteria*, *Alnus*, *Gyrocarpus*, *Seguieria*, *Paliurus*, etc.

riadas como las coníferas (*Abies*); bignoniáceas (*Pithecoctenium*, *Tecoma*, *Catalpa*), escrofularíneas (*Paulownia*, *Antirrhinum*, *Linaria*), cariofíleas (*Spergula*, *Spergularia*), crucíferas (*Alyssum*, *Vesicaria*), rubiáceas (*Cinchona*), sapindáceas (*Magonia*, *Pteroxylon*), meliáceas (*Cedrela*), anonáceas (*Richella*), rutáceas (*Dictyoloma*), moringáceas (*Moringa pterigosperma*), y caprifoliáceas (*Diervillea*). En otros casos las semillas aparecen erizadas de pelos, que para los efectos de la flotación equivalen á un vilano (tamariscíneas, asclepiádeas, apocináceas), y aún tienen verdadera forma de tal (salicíneas, *Strophanthus*); á veces un árido peloso determina iguales efectos (*Gossypium*, *Hibiscus*).

Dado lo numeroso de los gérmenes y los medios de diseminarlos, nada más natural que la existencia de las emigraciones por las cuales se acusa el terreno ganado por unas especies y perdido por otras en la lucha por la vida. Entre las compuestas, tan bien dotadas en lo que á la diseminación se refiere, no escasean los ejemplos. Los cardos comunes de Europa (*Cirsium* y *Carduus*) han invadido las llanuras de la Argentina, ganando puesto en las praderas á costa de la vegetación del país. En compensación, otras compuestas americanas (*Erygeron canadense*, *Solidago Canadensis*) han llegado á ser vulgares en toda Europa. Otras muchas plantas exóticas han obtenido carta de naturaleza en nuestro país, como la rubia de Oriente, la hierba carmín y el *Chenopodium ambrosioides* del Norte de América, el *Solanum Bonariense*, la *Nicotiana glauca* y la *Rouviebia multtífida* de la América meridional, y tantas otras. También las plantas inferiores invaden floras en que antes no existieron, y así lo comprueba la aparición en fecha relativamente reciente de hongos parásitos americanos, como la *Puccinia malvacearum* sobre las malvas, la *Peronospora vitícola* sobre las vides, y la *Phitophthora infestans* sobre las patatas.

XII

La abundancia de gérmenes y la difusión de éstos serían armas de escaso valor en muchos casos, si las semillas y esporas no tuviesen medios de defender su facultad germinativa. Las defensas usuales en las plantas superiores pueden corresponder á los órganos exteriores, á los frutos propiamente dichos y á las semillas. Las criptógamas también los poseen, aunque en formas muy diferentes.

Pueden los frutos estar protegidos por receptáculos que los contengan, como en los rosales, *Ficus*, *Galactodendron*, *Calycanthus*, por involucros espinosos, como en las compuestas y ambrosiáceas, por cúpulas tan eficaces como las de los castaños y hayas, por bracteadas leñosas, como ocurre con los frutos de los alisos, los de muchas proteáceas y las semillas de las coníferas, y por los cálices mismos cuando son persistentes.

El pericarpio es en otros casos el órgano protector. Ya es el epicarpio espinoso (estramonios), cargado de pelos irritantes (*Mucuna*), duro y consistente (varias cucurbitáceas y mirtáceas, tilos, cacao), ó cargado de esencias de olor intenso (auranciáceas, mirtáceas, clusiáceas) que hacen los tejidos superficiales ingratos para muchos insectos y los defienden en cierto grado contra la invasión de los mohos. Ya es el endocarpio coriáceo ó abundando en células pétreas (pomáceas), ó duro y leñoso (amigdaláceas, ramnáceas, cocoteros).

La vitalidad del germen puede estar resguardada por partes de la misma semilla, bien porque ésta se halle revestida por un árido ó ariloide carnoso (*Evonymus*), fibroso (*Myristica*) ó peloso (algodonero), por tener la testa gruesa, dura y coriácea (*Cycas*, muchas leguminosas), crustácea (*Ricinus*, *Euphorbia*), y hasta leñosa (*Pinus*); tan resistente á veces, que ciertas semillas no pierden su facultad germinativa al pasar por el tubo digestivo de las aves que

comen sus frutos (muérdago). También hay casos en que la dureza de la almendra, especialmente en las que tienen albumen córneo, es tal que pueda desafiar sin peligro la voracidad de los animales, como en las palmáceas (*Phoenix*, *Chamaerops*, *Phytelephas*, *Copernicia*, *Seaforthia*), algunas amonáceas (*Canna*), y cesalpinieas (*Gleditschia*, *Mucuna*, *Prosopis*, *Cercis*, etc.)

Los gérmenes de las criptógamas sólo necesitan defensas contra los cambios del ambiente, y principalmente contra la sequedad, pues su pequeñez las defiende suficientemente contra los animales, y estas defensas consisten en diversos grados de enquistamiento en las esporas de las nostocáceas y bacteriáceas, en las zigosporas de los mucoráceos, en las gametosporas de muchas algas que necesitan reposar durante algún tiempo antes de germinar, y en los macrosporangios de algunas rizocárpeas. En las algas rodofíceas superiores se observa otra forma de protección aplicada á los esporogonios producidos por la germinación de la gametospora, los cuales suelen envolverse en tegumentos propios (rodomeláceas y rodimeniáceas) ó empotrarse en los tejidos corticales de las plantas que los producen (criptonemiáceas, gigartináceas), hasta que llega el momento de emitir las protosporas.

Los tubérculos y bulbos, y hasta los micelios de los hongos, cuando adquieren aspecto tuberculoso (esclerocios), aunque no son gérmenes, se asimilan á ellos en cierto concepto, y, además de protegerse por su condición de subterráneos, tienen, como los quistes, la facultad de suspender su vida durante largo plazo y reanudarla cuando vuelven las circunstancias favorables, condición á la que deben una gran resistencia.

XIII

Circunstancia muy digna de tenerse en cuenta en la competencia vital de las especies es la flexibilidad mayor ó menor con que éstas se prestan á vivir en condiciones diferentes,

esto es, la facilidad de su adaptación á las condiciones del ambiente. El poder expansivo de las especies vegetales ofrece grados muy diferentes, desde aquellas que, como la bolsa de pastor y la verdolaga, pueden vivir bajo todos los climas y en más de dos terceras partes de la superficie sólida de nuestro mundo, hasta aquellas que se hallan en un área pequeña, especialmente en islas alejadas de los continentes ó en altas montañas relativamente aisladas. Estas especies resultan confinadas en áreas muy pequeñas, más que por su carencia de condiciones expansivas, por el eficaz bloqueo á que el ambiente las somete.

Obsérvese que las plantas superiores que ocupan áreas muy extensas no se presentan en todas partes con idénticos caracteres, sino que están representadas por razas y variedades diversas, cada una de las cuales se acomoda á un clima, un suelo ó una habitación diferente. Lo mismo se observa en las especies cultivadas en países muy diversos y desde larga fecha, como el olivo, la vid, el manzano ó el cirolero entre las plantas leñosas, y el maíz, las patatas y las coles entre las herbáceas. En la vegetación espontánea, como en la cultivada, revélase una tendencia á la adaptación, contrarrestada y equilibrada en todo momento por la ley de herencia. Merced á esta antítesis, la vegetación de un país no cambia bruscamente, y las especies han podido ser consideradas como inmutables dentro de nuestras unidades cronológicas.

Esta tendencia á la diferenciación es, bajo el punto de vista biológico, una fuerte y sana virtud, y lleva en sí una tendencia salvadora que hace posible la continuidad vital. Sin ella, las especies creadas ya y colocadas en un mundo cuyas variaciones han sido tan grandes y profundas, no habrían podido continuar la historia de la vida sobre el planeta, y habríanse extinguido al desaparecer las condiciones externas que con ellas se armonizaban en otro tiempo. Lejos de ser así, los organismos vegetales, sabiamente dotados de esta condición, se defienden de la evolución del planeta realizando paralelamente la suya propia y siguiendo las va-

riaciones del ambiente, mientras éstas no lleguen á ser tales que sean incompatibles con todas las formas de la vida.

Por eso, considerando las circunstancias en que ésta se halla en nuestra época, de la cual nos veda alejarnos el tema propuesto, habremos de estimar como arma muy poderosa la posibilidad de diferenciarse y adaptarse á las condiciones más variadas, pues las especies que en más alto grado poseen esta facultad tienen mayores probabilidades de perpetuarse.

En las criptógamas inferiores, en las que apreciamos menos diversidad de razas y variedades, en parte porque éstas no se acusan con caracteres tan salientes y pronunciados como en las plantas superiores, y acaso también por deficiencias de observación, la sencillez de sus organismos no las permite afectarse tan profundamente por las variaciones del ambiente, y en general habitan en áreas muy extensas. Es innegable el hecho de que las floras fanerogámicas de las diversas comarcas europeas difieren entre sí más que las de algas, musgos y helechos de los mismos países, ó, en otros términos, que las criptógamas en general ocupan áreas mayores que las fanerógamas.

La amplitud de área de las primeras es tan evidente, que, sin buscar ejemplos raros ni excepcionales, vemos especies de líquenes que son comunes á la flora de casi toda Europa y á la de los trópicos (1), de musgos que desde el Norte de Europa se extienden hasta los países cálidos (2), de helechos que se encuentran igualmente en la flora boreal, en la de la Europa media y en la región mediterránea (3); y si á las algas nos referimos, especies hay que lo mismo se hallan en el litoral del Norte de Europa que en la costa occidental de

(1) Varias especies de *Parmelia*, *Physcia*, *Sticta*, *Cladonia*, *Evernia*, *Ramalina*.

(2) *Sphagnum acutifolium*, *Neckera crispa*, *Pterogonium gracile*, *Eurhynchium Stockesi*, *Rhynchostegium megapolitanum*.

(3) *Polypodium vulgare* y *Dryopteris*, *Pteris aquilina*, *Blechnum Spicant*, *Asplenium Trichomanes* y *Adiantum-nigrum*, y los *Polystichum* y *Aspidium* de nuestra flora.

Africa (1). La universalidad de los fermentos y mohos no es menor prueba en pro de esta afirmación.

No menos elocuente es el hecho de que ciertas algas vivan, sin resentirse, en contacto directo con la nieve, mientras otras revisten de verdín las grietas de rocas volcánicas, cuya temperatura es irresistible al poco tiempo para la mano del hombre; grietas por las cuales se emiten aire y vapor de agua á alta temperatura, mezclados con gas sulfuroso, y alguna vez también con clorhídrico. Lo propio se observa en el suelo de algunos cráteres, aun en sitios cuya temperatura no permite sentarse ni permanecer largo tiempo en pie, aun estando provistos de recio calzado (2). Ninguna especie superior podría vivir en estas condiciones, ni tolerar las temperaturas que resisten algunas bacteriáceas.

Así como el polimorfismo de las plantas superiores se traduce en la formación de razas y variedades, el de las especies inferiores se manifiesta por la existencia de fases sucesivas; tan diferentes en sus aspectos y con procedimientos reproductores tan diversos, que en no pocos casos se consideraron como pertenecientes á distintos géneros y familias. Así las bacteriáceas, según la fase de desarrollo en que se examinen, y según sus células se encuentran seriadas constituyendo filamentos ó disociadas, han recibido denominaciones genéricas diferentes, dando así origen á la anarquía existente en sus denominaciones. No menos se acusa este poliformismo en los hongos uredináceos, en los que ya se ha demostrado que los llamados *Uredo*, *Æcidium*, *Æcidium* no son sino fases de especies de otros géneros, principalmente de *Puccinia*, *Uromyces*, *Phragmidium*, *Melampsora* y *Coleosporium*, como los *Roestelia* y *Podisoma* lo son del *Gymnosporangium*, los *Cœoma del Cronartium* y *Melampsora*, y los *Trichobaxis* del *Coleosporium*. Rectifi-

(1) *Fucus vesiculosus*, *Laminaria saccharina*, *Pelvetia canaliculata*, *Himanthalia Lorea*.

(2) En la solfatara de Puzzuoli he recogido vegetaciones de esta clase que pertenecían á formas de algas cianofíceas (*Gloecapsa* y otras nostocáceas).

caciones muy semejantes son de esperar respecto de otros hongos parásitos, patógenos y mohos.

Fases evolutivas son también las observadas en las criptógamas muscíneas y en las vasculares, las cuales tienen su antecedente en el esporogonio, que en las algas rodofíceas superiores alterna con la fase adulta. Estas fases de las criptógamas superiores están dotadas de generación sexual la una y asexual la otra, constituyendo un caso típico de generación alternante. En las muscíneas, la fase asexual es la transitoria ó protonema, y las funciones sexuales sólo existen en la fase adulta; en las criptógamas vasculares, por el contrario, sólo en los prótalos se manifiesta la sexualidad, y la fase adulta sólo puede reproducirse por esporas.

Merece también señalarse, entre las condiciones específicas ventajosas en la lucha por la vida, la precocidad en la germinación y rapidez con que ultiman su ciclo vital algunas especies de *Draba*, *Capsella*, *Calendula*, *Erodium* y *Veronica*, por ejemplo, las cuales se adelantan á tomar posesión del suelo al final del invierno, y, llegando en breve á la fructificación, hacen su campaña vegetativa en una época en que apenas tienen competidoras.

XIV

La asociación, que tan fecundos resultados produce en la biología social, interviene también, y á veces con eficacia incontrastable, en la lucha de los organismos, pudiendo decirse que no hay entre éstos sociedad alguna que no sea ventajosa para uno ó todos los vegetales asociados.

Cuando notamos que ciertas especies se hallan con harta frecuencia en las mismas localidades, aunque esto puede no ser más que una relación de vecindad que no merezca calificarse de asociación, por ser simplemente un efecto de la similitud de condiciones vitales, como sucede en las plantas acuáticas por ejemplo, deberemos considerar que, si de esta convivencia nace alguna ventaja para uno de los orga-

nismos concurrentes, constituiría ya el primer grado de la asociación. Esto ocurre con las plantas que acostumbran á vivir juntas entre las mieses (amapolas, acianos, buglosas, neguillón, corregüela, etc.), y las que predominan en la composición de las praderas (1); especies todas cuyos individuos pueden vivir fuera de estas formaciones herbáceas, pero que encuentran ventaja en ellas por disfrutar de una luz algo más atenuada, de un ambiente más fresco y húmedo, y hasta de cierta defensa con tra los vientos fuertes.

Un grado más íntimo de asociación constituye el epifitismo, agrupación explotada por ciertas especies que evitan así los inconvenientes del suelo ó de la obscuridad excesiva. Plantas que no podrían prosperar sobre un suelo encharcado ó cubierto de una vegetación abundante resuelven el problema de su vida situándose sobre los troncos de los árboles, logrando al mismo tiempo mayor aproximación á la luz y bañarse en un aire sometido á una circulación más activa, pero sin procurar ninguna ventaja, y sí algún daño, al árbol sobre el cual viven.

El epifitismo es facultativo en unas plantas que pueden vivir igualmente sobre árboles, muros y rocas, como sucede en la mayor parte de los líquenes, musgos y ciertos helechos que en nuestros climas son casi los únicos representantes de la vegetación epífita, mientras que para muchas orquídeas y algunas aráceas exóticas es necesario, si bien nunca lo es el que el soporte sea de una especie determinada.

Unión más estrecha existe entre las plantas parásitas y las que soportan el parasitismo, puesto que la savia elaborada por las segundas ha de ser absorbida en parte por las primeras. Tales sociedades resultan beneficiosas para uno de los asociados, y redundan en daño evidente del otro: el uno es el explotador y el otro el explotado.

Podría creerse que sólo en este concepto nos interesaba el parasitismo al tratar de la lucha por la vida, y que su

(1) *Poa, Lolium, Alopecurus, Phleum, Aira, Avena, Anthoxanthum, Holcus, Agrostis, Trifolium, Medicago, Lotus, Lathyrus*, etcétera.

única resultante era la ventaja positiva que el parásito obtenía al adquirir ya elaborados materiales que las otras plantas necesitan fabricar por sí mismas; pero si este beneficio es de gran valor para los parásitos, considerados en un momento dado, no lo es para las especies y las familias en que el régimen parasitario ha llegado á ser la normalidad biológica.

Una vida sobrado fácil y sostenida por el trabajo de otros seres tradúcese al fin en la atrofia de ciertos órganos, en la simplificación de algunas funciones, en la degeneración, en fin, de los organismos que han llegado á fundar en el parasitismo la base de su vida. Esta es una ley biológica natural, que se cumple entre los vegetales igualmente que en el reino animal y la vemos comprobada si comparamos las dos clases de las talofitas entre sí. Los hongos, que viven como parásitos, tienen su aparato de nutrición reducido á unos filamentos micélicos, y nunca llegan á poseer un talo diferenciado, equivalente al que ostentan la mayoría de las algas. Aun en las funciones reproductoras acúsase en los hongos manifiesta inferioridad; pues, teniendo tan numerosos procedimientos de reproducirse asexualmente, son relativamente pocos los que utilizan la generación, forma la más alta y superior de las funciones reproductoras, y de la que disponen la inmensa mayoría de las algas. Y dentro de éstas, igualmente las especies que carecen de función sexual, las que tienen el contenido celular menos diferenciado, son aquellas cianofíceas que, por carecer de clorofila, viven como los hongos. No sería aventurado suponer que los hongos se derivan de las algas, y que, si son inferiores á ellas, lo deben á su vida parasitaria.

Examinando los diversos grupos de parásitas que figuran en la serie vegetal, notaremos que el parasitismo es raro en las monocotiledóneas, y que las orquídeas, que más claramente lo son (*Corallorrhiza*, *Neottia*, *Limodorum*), revelan degeneración, respecto de otras de la misma familia, en la reducción y aborto de sus hojas. Entre las dicotiledóneas apétalas, las santaláceas y lorantáceas, aun no vi-

viendo exclusivamente del parasitismo, muestran su degeneración en la estructura tan simplificada de sus óvulos, y en algún caso también en la de los estambres; no menos se acusa la degeneración que indicamos en los órganos de nutrición de las balanoforáceas, rafflesiáceas, orobancáceas y cuscutáceas.

Podríamos afirmar, aunque ahora no dispongamos de espacio para dar á esta cuestión todo el desarrollo que merece, que en todas las familias de plantas parásitas, comparadas con las no parásitas más afines, puede reconocerse, en unos ú otros órganos, la inferioridad producida por la degeneración. Á este resultado llegamos comparando las cuscutáceas con las convolvuláceas, las escofularíneas parásitas con las que no lo son, las orobancáceas con las gesneráceas, las monotrópeas con las ericáceas y piroláceas.

Hay asociaciones más equitativas que el parasitismo, y son las simbiosis, en las que ambos asociados se prestan recíprocos servicios, si bien éstos pueden ser desiguales en valor é importancia. Las algas que se alojan en los intersticios ó meatos celulares de las raíces de los *Cycas*, rizoma, de *Gunnera*, hojas de *Azolla*, camelias y *Arisarum*, así como en los tallos de *Lemna* y de hepáticas, se defienden de la desecación si son terrestres, y, si acuáticas, de ser arrastradas por las corrientes del líquido. En estos casos el alga se beneficia, asegurando condiciones para ella muy importantes, y la planta que la alberga participando de la función clorofílica del alga; aunque desiguales, hay utilidades para ambos organismos.

En la simbiosis de algas y hongos que constituye los líquenes, es el hongo el que obtiene mayor beneficio; pues, dada su impotencia para asimilar el carbono, le sería imposible nutrirse sin la función clorofílica del alga, y ésta, á su vez, protegida por el fieltro de hifas del hongo, resiste la acción del sol, que le sería mortal, por determinar su desecación.

Las algas cianofíceas (*Rhizobium*), que suelen habitar en el interior de las raíces de las leguminosas, encuentran

en ellas una hospitalidad que aumenta la probable duración de su vida, pero la pagan espléndidamente suministrando á las leguminosas una alimentación nitrogenada.

También pueden las algas asociarse en simbiosis con los animales, sobre todo con los inferiores. Ciertas especies de cianofíceas y de clorofíceas inferiores se encuentran asociadas con *Stentor*, *Euglena*, *Hidra*, *Bonellia*, etc., los cuales dan alojamiento á las algas, á las que deben las coloraciones verdes que ostentan. Todos estos animales, que son acuáticos, validos de su movilidad, llevan las algas adonde el agua vaya, alejando de ellas el peligro de morir por desecación; pero las algas pagan este seguro sobre la vida con los hidratos de carbono que suministran á su portador.

XV

Las especies vegetales necesitan defenderse también de los ataques de los animales, utilizando para esto algunos procedimientos especiales, además de varias de las armas empleadas para defenderse del ambiente, y de otras de las mencionadas al tratar de la lucha de unos vegetales con otros. Tal sucede, por ejemplo, con la fecundidad, pues lo numeroso de sus gérmenes y la amplitud de sus áreas de dispersión basta para explicarnos por qué no se extinguen aún aquellas especies preferidas por los animales para su alimentación.

Pero como los herbívoros son muchos, y la lucha contra éstos es la más enconada de las que sostienen los vegetales, se hace necesario que éstos posean procedimientos defensivos especialmente utilizables en esta fase de la lucha. Podemos considerar divididas las armas que para este fin utilizan los vegetales, con arreglo á su manera de funcionar en defensas de carácter mecánico y defensas de carácter químico, siendo bastante variadas las primeras, y aun más las segundas, que son, sin duda, las más eficaces y curiosas.

Entre las defensas mecánicas figuran la formación de rodales densos, en los que los animales no muy pequeños tienen difícil acceso, y todas las condiciones que contribuyen á hacer ingrato el pasto. Tales son la consistencia coriácea y la rigidez de las hojas (palmito, acebuche, aligustre, vinca), la escasez de jugos y abundancia de fibras, como se nota en las gramíneas de los lugares secos (*Festuca*, *Trisetum*, *Stipa*, *Lygeum*, etc.), y la abundancia de tomento, aun no existiendo en él pelos glandulosos (*Verbascum*, *Phlomis*, *Andryala*).

El endurecimiento de los tallos, al hacerse éstos leñosos, sirve de defensa contra los herbívoros en general, aunque no contra todos, pues las cabras y algunos roedores comen las cortezas de las plantas leñosas jóvenes cuando escasea el alimento herbáceo. La elevación de los grandes arbustos y de los árboles constituye también una defensa que hace inaccesible su follaje para muchos herbívoros, aunque no para las larvas fitófagas, y sin que por ello se libren sus gérmenes de las investigaciones de los frugívoros y granívoros.

Pero las plantas no se limitan á este género de defensa tan indirecto y pasivo, y en algunas hallamos órganos que pueden calificarse de verdaderas armas, aun en el sentido más limitado de esta palabra.

Los pelos rígidos, tan frecuentes en las borragíneas, cucurbitáceas é hidrofiláceas, que en ocasiones causan tan vivas molestias en nuestro tacto, no permiten la prensión de estas plantas por animales que no tengan los órganos bucales muy endurecidos. Si los pelos son quebradizos, pueden originar, al romperse después de clavados, molestias que, en la mayor parte de los casos, se deben exclusivamente á una causa mecánica (*Loasa*, *Malpighia*, *Mucuna*, receptáculos de los rosales), y en algunos participan del carácter químico por la inyección de un líquido ácido (ortigas).

Organos más consistentes, como los aguijones de las zarzas y rosales, producen molestias de carácter mecánico á los animales que se ponen en contacto con estas plantas, y

lo mismo sucede con los que existen en los tallos y hojas de las cardenchas.

Más fuertes son en general las espinas, distribuídas en orden tan variado sobre las plantas. Unas veces las hallamos como terminación normal de todas las ramas, como en nuestras aliagas, tojos y erizones, y en las especies de *Colletia*; otras solamente en las de algunas ramas (árbol del paraíso, espinos, endrinos, cambronerías); ya aparecen sin orden sobre los tallos (*Gleditschia Triacanthos* y *horrida*, *Calamus*); ya con ordenación especial, como en los tallos y frutos de las chumberas; bien en las márgenes de las hojas (*Mahonia*, ágracejo, acebo, varias encinas, pita, *Pandanus*, aloes); bien sobre el limbo (*Smilax aspera*, *Solanum robustum*, *sisymbriefolium* y *pyracanthum*, *Euryale ferox*), ó bien solamente en la punta (*Fourcroya*, ciertas *Yucca*). En cuanto á espinas foliares, nuestra flora es bien rica en ejemplos, pues solamente en las familias de las compuestas hallamos más de doscientas especies que son espinosás en las márgenes de sus hojas ó en las brácteas involucrales, especies que, más ó menos propiamente, reciben el nombre genérico de cardos con diversos apelativos, además de los cardos corredores, que no son de esta familia.

También pueden convertirse en espinas otros órganos, las estípulas (*Berberis*, *Zizyphus*, *Paliurus*, varios *Ribes* y *Acacia*) y los filodios (varios *Ruscus* y *Asparagus*, *Acacia ruscifolia*). Eucuéntanse espinas además en los bordes de algunos cálices (*Molucella*, *Leonurus*, *Marrubium*), en las cúpulas fructíferas de los castaños, *Xanthium* y algunos *Quercus*, y en la superficie de algunos frutos (*Datura*, *Caucalis*, *Daucus*, *Tribulus*, *Onobrychis*).

Existe una curiosa relación entre la abundancia de plantas espinosas de una flora y la sequedad del clima á que ésta se encuentra sometida. En los países muy secos, como en general lo es el centro de España, abundan durante el verano las plantas espinosas, algunas de ellas provistas de un armamento formidable; siendo mucho menos frecuentes en climas húmedos, como el de nuestras provincias septentrio-

nales. Esta relación se explica muy naturalmente por la mayor necesidad defensiva que experimentan las plantas de estas localidades, en las que la escasez de pastos obliga á los herbívoros á utilizar especies que desdeñarían en otra ocasión.

XVI

Las defensas químicas no son menos interesantes y variadas. En todo vegetal dotado de algún compuesto químico que le haga impropio para saciar la voracidad de los animales, podemos admitir que funcionan defensas de este género, las cuales son, sin duda, las más eficaces para estos casos. Estos principios pueden diferir mucho por su naturaleza; pero, cualquiera que ésta sea, siempre que por su existencia posea la planta algún carácter desagradable para los fitófagos, sus naturales enemigos, constituirá una defensa.

La química biológica de los vegetales no está, desgraciadamente, tan adelantada que nos permita en todos los casos darnos cuenta de por qué ciertas plantas son respetadas. Se concibe que aquellas que encierran principios desagradables ó tóxicos para nosotros sean respetadas por los animales superiores, en cuyos organismos deben causar efectos semejantes; pero tal generalización no sería admisible respecto de los insectos que comen las temibles lecheruelas y umbelíferas muy sospechosas, sin experimentar alteración, ni para los gastrópodos que comen impunemente la belladona y el solano negro. Más bien cabe suponer que los principios que imponen, aun á los más voraces de estos seres, el respeto á determinadas especies sean muy diferentes de los que hacen temibles ciertas plantas para nosotros. Mas, por obscura que esta cuestión sea, la lógica nos obliga á admitir que tales abstinencias se fundan siempre en los efectos producidos por los componentes de dichas plantas.

Partiendo de esta base, y admitiendo como lo más probable que las plantas poseedoras de principios que las defiendan de tales ó cuales enemigos los han adquirido por selec-

ción á través de una serie muy dilatada de generaciones, nos explicaremos fenómenos que de otro modo serían muy oscuros. En la lucha entre las plantas y los insectos fitófagos ó chupadores de un país existe un cierto equilibrio del cual resulta que nunca falte alimento para los insectos, ni éstos destruyan las especies vegetales de que se alimentan. Muchos individuos de éstas se salvan del ataque por no haber suficiente número de enemigos, ó bien por hacerse respetar de éstos, con lo cual basta para que la especie esté defendida. Pero si un insecto venido de otra región resulta también adversario de la misma especie vegetal, el equilibrio se rompe y la situación de dicha especie se ve comprometida durante algunos años, los necesarios para que la selección forme suficiente número de individuos resistentes al nuevo enemigo.

Es curiosa la tesis que con este motivo exponía recientemente Marlatt (1) acerca de las emigraciones de los insectos y el peligro en que ponían los cultivos del país á que arribaban por primera vez. Es ley general, dice, que los insectos recién venidos ó importados son los más destructores; pues habiendo dejado en su patria todos los enemigos que contribuían á tenerlos en equilibrio, adquieren nuevo vigor y se hacen más prolíficos, entrando en una nueva vida más fácil y segura (2). La *Phylloxera* no es temible para las viñas americanas y sí para las europeas; y, en cambio, los insectos que más perjudican á la agricultura en el Norte de América son los importados de Europa. Pero estas plagas, agrega, que no pueden exterminarse ni aun por los tratamientos más enérgicos, van lentamente disminuyendo sus estragos, porque las especies atacadas reaccionan y se rehacen constituyendo un nuevo equilibrio, originando individuos capaces de resistir al nuevo enemigo. Estos hechos son ciertos; pero ¿qué reacción ni qué selección cabe en estos

(1) M. C. L. Marlatt, Discurso inaugural del 11.º Congreso de Entomología aplicada, celebrado por la Asociación Americana en Columbus (Ohio).—13 de Agosto de 1899.

(2) Tesis sostenida ya antes por M. Lonnbery y otros autores.

casos que no se funde en la elaboración de principios que hagan ingrato al invasor lo que encontró al principio como pasto gratísimo?

Para que una especie vegetal llegue á ser desagradable para los animales, basta que contenga un principio que la dote de ciertas propiedades organolépticas, sea simplemente el olor ingrato que distingue á ciertas rutáceas (*Ruta*, *Dictamnus*), geraniáceas (ciertos *Pelargonium* y *Erodium*); compuestas (flores de *Kleinia*), quenopodiáceas (*Chenopodium Vulvaria*), labiadas (*Salvia Æthiopis* y *Sclarea*, *Ballota*), umbelíferas (*Dorema*, *Ferula*), orquídeas (*Aceras hircina*, *Orchis coriophora*), aráceas (*Dracunculus vulgaris* y *musciworus*) cuyo olor es cadavérico, como el de las flores de la *Rafflesia*, y hasta algunas rosas que tienen también olor desagradable (*Rosa eglanteria*). Ciertamente que no todos los olores molestos para nosotros lo son para los animales, pues estas sensaciones tienen un valor muy relativo, pero también lo es que pueden desagradar á éstos plantas que nosotros estimamos por sus aromas. Como ya indicamos, no es esta misión la única que podemos reconocer á las sustancias olorosas de los vegetales, puesto que hemos encomiado su eficacia como abrigos y como medio de llamar la atención de los insectos; pero puede afirmarse, como regla general, que las plantas que poseen olores intensos, gratos ó ingratos para nuestro olfato, son rechazadas como plantas de pasto. En familia tan estimada en este concepto como lo es la de las papilionáceas, las especies de *Psoralea* y *Anagyris*, que son fétidas, no las comen los animales; y, en general, las plantas aromáticas, como los tomillos, cantuesos, romero, etc., son igualmente respetadas, aun por las especies más voraces.

Las plantas que tienen un sabor muy pronunciado son igualmente inútiles para el alimento de los animales, y todas las especies que se distinguen por esta cualidad son respetadas por los herbívoros. Así sucede con las poligonáceas y oxalídeas, muchas de cuyas especies poseen un sabor marcadamente ácido, con las ranunculáceas, crucíferas, capa-

rídeas, papaveráceas, convolvuláceas, asclepiádeas y liliáceas, en las que el sabor acre es tan frecuente; con las especies de frutos picantes, como ciertas solanáceas, mirtáceas, piperáceas y algunas terebintáceas y *Poligonum*; con las de olor y sabor resinoso (coníferas, terebintáceas y clusiáceas); con las de sabor muy amargo (cucurbitáceas, *Artemisia*, *Gentiana*, *Quasia*, *Aloe*), ó con las que se distinguen por su astringencia, como muchas rosáceas y poligonáceas.

Pero donde las defensas químicas parecen dotadas de mayor alcance es en las plantas venenosas, reconocidas por los herbívoros con tal seguridad, que son relativamente raros los casos de intoxicación que entre ellos ocurren. Los principios químicos á que deben las plantas su toxicidad pueden dividirse de un modo general en dos grandes grupos, los alcaloides y los glucósidos.

Los alcaloides naturales se hallan mucho menos circunscritos y localizados en las plantas que los órganos secretores de esencias, y con frecuencia se hallan difundidos por todos ó casi todos los órganos de la planta, aunque en cantidades muy diferentes. Así pueden citarse principios químicos de este grupo en las raíces de ipecacuana, belladona, mandrágora, acónito, boj, etc.; en los tallos subterráneos del eléboro blanco, cólchico, hermodátiles, escopolia, gelsemio y sanguinaria del Canadá; en los tallos aéreos y hojas del acónito, coca del Perú, jaborandi, belladona, tabaco, estramonio, beleño, solano negro, dulcamara, cicuta, té, mate y cata; en las sumidades floridas de la retama negra, *Lobelia* y *Strychnos*; en las cortezas caulinares de los quinos boj, quebracho, angosturas falsa y verdadera, y en las radicales del granado é ipecacuanas; en los frutos de la adormidera, cacao, paulinia, coca de Levante, cicuta, belladona y pimienta negra, y en las semillas de estafisagria, nuez de kola, habas del Calabar y de San Ignacio, nuez vómica, café, beleño, cólchico y cebadilla.

La elaboración de los alcaloides no es exclusiva de las plantas superiores, pues los hongos agaricáceos y el corne-

zuelo contienen principios de este carácter. Carecen de ellos las algas, cosa que no es de extrañar dado su género de vida y tratándose de substancias tan difusibles; tampoco se mencionan en las muscíneas y en las criptógamas fibroso-vasculares.

Es curioso el hecho de que las plantas muy jóvenes, aun en las especies más tóxicas, carezcan de alcaloides; pues estos principios, que parecen ser productos de desasimilación, no se encuentran más que en las plantas bien desarrolladas, como si sólo pudiesen producirse en cantidad sensible cuando la vida cuenta cierta duración. Muchas de las especies venenosas resultan inofensivas en sus primeros tiempos, y pueden utilizarse impunemente en la alimentación, como se refiere que comen ensaladas de plántulas de acónito los pastores de los Alpes. Las plantas jóvenes, aun siendo despuntadas por los herbívoros, no peligran, pues brotan y se reponen con facilidad, y aun suelen ramificarse más profusamente; pero los individuos adultos, próximos á la floración por ejemplo, correrían gran peligro si sufriesen la pérdida de sus órganos aéreos, y los defienden con la presencia en ellos de principios alcaloídeos, cuya aparición se explica por la mayor energía funcional que el desarrollo y formación de los órganos florales trae consigo, y que determina en los protoplasmas la formación de productos desasimilados. Conforme con la doctrina biológica que afirma que todo protoplasma en actividad origina principios que son tóxicos hasta para el mismo organismo que los produce, Pfeffer comprobó que los alcaloides no pueden servir de alimento azoado á los vegetales, y Schübler demostró que las disoluciones alcaloídicas son tóxicas para las plantas de la misma especie que las productoras del alcaloide.

Un ejemplo curioso de esta coordinación armónica entre las necesidades de la planta y la producción de los principios tóxicos, que da por resultado la oportuna fabricación del arma cuando el vegetal tiene necesidad de ella, la encontramos en los tubérculos de la patata. Cuando éstos viven debajo de tierra son completamente inofensivos; pero si,

por una causa accidental, vegetan al descubierto, expuestos á los ataques de los voraces roedores, entonces, bajo la influencia de la luz, que interviene en todos estos casos, una serie de fenómenos naturales, determinados unos por otros, da lugar á la formación de la solanina, que los hace peligrosos para la alimentación. En éste, como en otros casos, la existencia del peligro, por una asociación de hechos, por un determinismo, como diría Claudio Bernard, trae consigo los medios defensivos eficaces contra el mismo.

Después de los alcaloides, son los glucósidos los principios á que más frecuentemente deben las plantas sus propiedades tóxicas en unos casos, ó simplemente desagradables en otros, ya sea por la acción directa de estos principios, ó ya por la de los productos de su desenvolvimiento. Pueden los glucósidos estar tan profusamente distribuídos dentro del organismo vegetal como lo están los alcaloides. Así, pueden encontrarse en los órganos subterráneos raíces ó rizomas (rábano rusticano, polígala, saponaria, regaliz, vernonia, genciana, ruibarbo, turbit, *Scopolia*); en las cortezas de los tallos (sauces, jabonero, torvisco, sándalo rojo y cáscara sagrada); en las hojas y sumidades (sauces, digital, laurel cerezo, saponaria, sen, gayuba, convalaria); en los frutos (sen, coloquintida, cohombriillo), ó en las semillas (almendra amarga, melocotonero, aibaricoquero, cerezo, guindo, estrofantó).

En algún caso los fermentos solubles ofrecen también interés como principios químicos, por dar origen á compuestos de sabor intenso, como sucede con la mirosina en los rábanos rusticanos, en las mostazas y en ciertos *Capparis* y *Cleome*, ó porque en principios de esta clase se funda una función tan curiosa como la de las plantas insectívoras, que, si no constituye un arma defensiva de los vegetales, afecta á la relación de éstos con el reino animal.

XVII

Hemos llegado al fin de nuestro trabajo, siquiera no hayamos hecho más que señalar una serie de grandes cuestiones, dotadas por sí mismas de un vivo interés que nosotros no habríamos sabido inspirar, si para todo ánimo pensador no poseyesen tal virtud.

Hemos contemplado cómo ese variadísimo ejército de los vegetales, al parecer inerte y pasivo, juguete de las circunstancias que le rodean, vive luchando contra enemigos tan diversos y defendiéndose de tantos peligros, convirtiendo en medios protectores aun aquellos detalles de su organismo que menos parecían prestarse á ello. Admiramos cómo en el seno de la Naturaleza, silenciosa é inmóvil, se agitan tantos intereses encontrados, luchan y se combinan tantos organismos, acatando la orden suprema cuyo cumplimiento es la realización de la vida en sus infinitas y variadas formas.

Habíame propuesto tan sólo señalar hechos, poner de relieve algunos de los procedimientos mediante los cuales las plantas defienden la continuación de su existencia sobre la Tierra, y aun esto no sé si lo habré realizado. Pero no aspiraba, ni podía aspirar, á presentar el panorama completo de esta gigantesca y continua lucha en todos sus aspectos.

No consiente el estado actual de nuestros conocimientos el evocar este cuadro en toda su grandeza, ni yo podría nunca pensar en llevar á cabo tan magna obra; pero si algo distingue las ciencias naturales de nuestra época de lo que pudieron ser en otras edades históricas, es el permitirnos estas ojeadas de conjunto, que nos consienten olvidar por un momento nuestra pequeñez, y nos hacen experimentar goces inefables que sólo pueden compararse con los que percibiríamos al sentir penetrar en nuestra razón un destello de la divina luz de la verdad.

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. MÁXIMO LAGUNA

Señores:

El Sr. D. Blas Lázaro é Ibiza, cuyo discurso acabáis de aplaudir, es un naturalista que ha logrado hermanar las condiciones del botánico linneano con las del que podemos llamar *botánico á la moderna*: de las primeras es excelente muestra su *Flora compendiada de la Peninsula ibérica*; y de las segundas, ¿para qué más prueba que el discurso que acaba de leernos?

Exigíase antes, lo mismo del botánico que del zoólogo, principalmente la concisión y la exactitud en la limitación y descripciones de los grupos y de las especies de animales y plantas; pero hoy, casi terminado ya el inventario de los seres vivos que pueblan nuestro globo, se quiere que el naturalista, armado de buenos microscopios y valiéndose de cuantos medios de observación le proporcionan los modernos laboratorios biológicos, estudie, hasta en sus más minuciosos detalles, la organización íntima de esos seres, las relaciones de unos con otros, y la de todos ellos con la naturaleza en general; en una palabra, se quiere que acumule datos y más datos para explicar ¡cuando sea posible! el gran enigma de la vida.

Además de la *Flora*, antes citada, el Sr. Lázaro ha publicado un breve pero excelente *Tratado de Botánica general*, y numerosos trabajos en los *Anales de la Sociedad española de Historia Natural*, y en otras revistas científicas, acerca de los hongos de la provincia de Madrid, de las algas del N. y N. O. de España, de las malváceas españolas, de las especies críticas de nuestra Flora, de las regiones botánicas de la Península ibérica, y otros muchos que prueban su laboriosidad y sus variados conocimientos en el campo de la Botánica.

Premiado el Sr. Lázaro en todas las asignaturas de Ciencias Naturales de las Facultades de Farmacia y de Ciencias, y con premio extraordinario en la Sección de Ciencias del grado de Bachiller, ganó todos sus títulos de Licenciado y de Doctor, en las Facultades antes citadas, con nota de sobresaliente. Y á tan notables comienzos han correspondido sus méritos y trabajos posteriores, obteniendo por oposición diversos cargos científicos importantes, hasta el que hoy desempeña de Catedrático de Botánica descriptiva en la Facultad de Farmacia de la Universidad Central: ya veis si tiene títulos suficientes para ocupar su puesto de Académico.

Me adhiero de todo corazón al elogio, tan justo como merecido, que el Sr. Lázaro ha hecho de su antecesor en esta Academia: el recuerdo de D. Federico de Botella y de Hornos está aún bien vivo en esta casa; todos le hemos admirado al verle, á pesar de su avanzada edad, trabajar, con el afán y el entusiasmo propios de un joven, en sus estudios predilectos: el Sr. Lázaro ha indicado los títulos de los principales trabajos del Sr. Botella; no voy á repetirlos, pero sí quiero añadir que en ellos encontrará la mejor fuente de consulta, la mayor riqueza en datos, quien quiera conocer el suelo de España en las diversas épocas geológicas, principalmente en sus aspectos orográfico é hidrográfico.

Ha explanado el Sr. Lázaro en su discurso el tema siguiente: "Armas defensivas empleadas por los vegetales en la lucha por la vida,;" y enumera y analiza la diversidad de

aquéllas, amenizando su exposición con variados ejemplos. Hace antes juiciosas consideraciones acerca de la *Teoría de la evolución*, y entra en el estudio del tema elegido, hablando primero de la lucha por la vida; lucha evidente entre los animales, evidentísima por desgracia, y fácilmente demostrable entre los hombres; y lucha existente también, aunque menos perceptible en su apariencia, entre las plantas. Y, en efecto, ¿quién, al contemplar la verdura amena, el risueño aspecto de las praderas de la costa cantábrica ó de las vegas floridas de Murcia y Andalucía, podrá sospechar que, entre las plantas que las componen, exista un continuo batallar, ya por conservar una pulgada de terreno para su nutrición, ya por ganar un poco más de ambiente, un poco más de luz, donde desplegar sus ramas y sus flores para facilitar la fecundación de éstas y el desarrollo de sus semillas? El Sr. Lázaro describe, con detalles numerosos y grandemente instructivos, esa lucha que bien puede asegurarse que es de grande interés para la humanidad; su resultado puede ser tan importante para el hombre, como el de las grandes batallas de los ejércitos, puesto que de ese resultado dependen en gran parte nuestros alimentos y nuestras industrias agrícolas; el éxito en Agricultura, en Selvicultura, en huertas y jardines, se deberá á la parte que tome el hombre en pro ó en contra de cada combatiente: si permanecemos neutrales, el fuerte, por ley fatal, destruirá al débil; si intervenimos, nuestra intervención decidirá por algún tiempo la lucha; pero ésta reaparecerá con violencia en cuanto cese nuestra acción, protectora del más débil.

En 1873, en una excursión botánica por Sierra-Morena, encontré cerca de *Despeñaperros* un campo de trigo, que, tal vez por descuido de su dueño, estaba ya casi cubierto por las hierbas silvestres, propias de aquella sierra.—¿Qué piensa usted hacer con este sembrado?, pregunté al labrador á quien pertenecía.—Abandonarlo, me contestó; porque su escarda me costaría tanto como lo que ha de valerme su cosecha;—y, efectivamente, abandonado el campo de

trigo por su dueño, las plantas silvestres, las hijas del país, pujantes y vigorosas, por el calor vivificante de un Mayo húmedo, ahogaron á la planta exótica, en cuanto le faltó la ayuda del hombre. Esa ayuda es á veces tan eficaz, que sólo por ella pueden vivir y desarrollarse algunas plantas exóticas en nuestros huertos y jardines, hasta con más lozanía que en su verdadera patria, libres aquí de vecinos molestos, de plantas que allí pudieran disputarles la luz y el suelo, y libres también de insectos y criptógamas que en su país las atacarían, pero que aquí no viven.

Entrando de lleno en el estudio del tema, el Sr. Lázaro, para desarrollarlo con orden, divide los medios de defensa que las plantas presentan, en tres clases: habla primero de los que sirven á aquellas contra la acción del medio ambiente; después, de los que las defienden contra otros vegetales; y, por último, de los que las protegen contra los ataques de los animales. Detalladamente expuestos esos medios, y añadiendo á la clara exposición de los mismos, como ya dije, instructivos ejemplos y comprobaciones, poco, casi nada, podría yo añadir á lo expuesto por el Sr. Lázaro, y, para no repetirlo en otra forma, me limitaré á hacer ligeras indicaciones acerca de la defensa que las plantas encuentran, no ya en sí mismas, sino en el hombre y en algunos animales.

Respecto al primero, ya queda indicado el auxilio que, con su intervención, presta á algunas especies en su lucha con las demás; también las protege, en lo posible, contra las plagas de algunos insectos y las invasiones de varias criptógamas, y, en algunos casos, les presta ayuda aun contra el hombre mismo. Aparte de las conocidas "Sociedades protectoras de Animales y Plantas,, extendidas ya por casi todos los países civilizados, existen otras de carácter más especial, con fines más concretos; sirva de ejemplo la "Asociación Alpina, Alemana y Austriaca,, que cuenta ya con 50.000 asociados; existe en ella una Comisión, que entiende particularmente en cuanto se refiere á la defensa y cuidado de las plantas alpinas; en esa Comisión figuran

varios profesores y los directores de los Jardines botánicos de Munich y de Viena; su principal objeto es evitar que la codicia de herbolarios y excursionistas concluya por extinguir ciertas especies de plantas, grandemente interesantes por la circunstancia de no criarse sino en las altas regiones de los Alpes. Por lo expuesto se ve que, en la defensa que el hombre presta á los vegetales, hay siempre, en realidad, un fondo de egoísmo, puesto que sólo procura proteger á los que han de proporcionarle alimento, ó á los que de varios modos puede aplicar á las necesidades de su industria, ó, por lo menos, de su recreo; en general, el hombre, respecto á las plantas, es más destructor que conservador; aun con ulterior perjuicio para él: díganlo los montes; es verdad que las nuevas y cada día más apremiantes exigencias de algunas industrias son la causa principal de la destrucción de muchos de ellos; sirvan de ejemplo los miles y miles árboles que es preciso cortar para obtener la pasta de madera que necesita la creciente fabricación de papel. Y ¡si al menos el hombre se cuidara algo más de ir reponiendo lo que destruye, de ir repoblando lo que despuebla!

En cuanto á los animales, en general, bien puede asegurarse que cuatro quintas partes de ellos viven á expensas y directamente del reino vegetal; hay, sin embargo, varios grupos verdaderamente útiles á las plantas; y, como el estudio detallado de todos ellos sería tarea larga y enojosa, me limito á decir algo de las aves y de las hormigas.

Grande es el beneficio que muchas aves prestan á la vegetación; porque, si bien las granívoras consumen gran cantidad de semillas y frutos, mayor aún que ese daño es el beneficio que las insectívoras prestan, por el inmenso número de insectos dañosos que destruyen, ayudándoles también en esa útil labor aun las mismas granívoras, mientras crían á sus polluelos. Muchas de las plagas de orugas, por ejemplo, no adquirirían el temeroso desarrollo que adquieren, destruyendo huertos, cosechas y montes, si el hombre respetara más la vida de las aves. Sería algo ajeno al tema de este discurso detallar aquí lo que se ha hecho para pro-

teger á las aves, y lo que, por desgracia, se ha hecho y se sigue haciendo para destruirlas; baste indicar que es tan general el convencimiento de la utilidad de las mismas, que no hay país civilizado en que no existan ya leyes que las protejan. En España se publicó en Septiembre de 1896 una *Ley de protección á los pájaros*; es de suponer que se cumple; pero por propia experiencia puedo asegurar que cuantos, por obligaciones de su carrera ó por aficiones personales, hayan recorrido, hace treinta años, nuestros campos y montes, y vuelvan á recorrerlos hoy, notarán, á poco que en ello fijen su atención, cuánto ha disminuído en aquéllos el número de las aves. Suerte grande ha sido para éstas que la moda, voluble siempre y caprichosa, pero cuyas leyes jamás dejan de cumplirse, no haya persistido en adornar con alas de pájaro, y aun con pájaros enteros, los sombreros de las damas; hace muy pocos años, para satisfacer los caprichos de esa moda cruel, se recibían en algunas casas de comercio de París y de Londres, por cientos de miles, los *Colibrís* del Brasil y las *Aves del Paraiso* de Nueva-Guinea. Y no eran sólo esas hermosas avecillas las perseguidas; aquí, en Europa, particularmente en Italia y España, se cazaban también, en grande escala y para servir de adorno, hasta las inocentes golondrinas y los sociables gorriones; porque, aunque su plumaje es tan poco vistoso, los adelantos de la tintorería sabían prestarles variados y brillantes colores.

Sabido es que entre los insectos se encuentran los mayores enemigos de las plantas, bastándome citaros la *filoxera* y la *langosta*; es verdad que la primera es monófaga, y sólo ataca á la vid; pero la vid, cabalmente, es una de las mayores fuentes de riqueza para la Europa meridional; la *langosta*, en cambio, es polífaga, hasta el punto de no haber planta que respete; y en años favorables á su desarrollo se presenta en bandadas, en nubes pudiera decirse, de que no puede formarse idea el que no haya visto esa plaga, que asuela campos, huertos y plantíos; y, cuando faltan á su terrible voracidad plantas verdes y tiernas, ataca hasta

las cortezas ásperas y amargas de algunos árboles. Donde este temible insecto encuentra los cereales ya granados y maduros, es más dañoso por lo que destroza que por lo que come; mordiéndolo el pedúnculo de las espigas, caen éstas al suelo, y allí quedan abandonadas entre el rastrojo, cuando el labrador recoge las mieses para llevarlas á la era; encuentra aquél disminuída su cosecha; pero ésta, en cambio, es mayor para las espigadoras; y por eso, las pobres mujeres que á esa penosa tarea se dedican, han dado á la langosta, en algunos pueblos de la Mancha, el expresivo nombre vulgar de *pico de oro*. Hay, en cambio, varios insectos útiles á los vegetales; unos lo son indirectamente, y otros de una manera directa; entre los primeros deben contarse todos los que contribuyen á la fecundación de las plantas, llevando el polen de unas flores á otras, según las conocidas é interesantes observaciones de Carlos Darwin, de Hermann Müller y de otros muchos botánicos; pero hay también insectos que defienden directamente á las plantas de los ataques de sus enemigos, casi de una manera análoga, pudiera decirse, á la que emplea la fuerza militar que guarnece una plaza; esos insectos guerreros pertenecen á la numerosa familia de las hormigas. Y no es de extrañar la predilección que eminentes naturalistas (Lubbock, Forel, Belt, Forbes, etc.) han mostrado y siguen mostrando por el estudio de esos animalillos, puesto que sus hábitos y costumbres, en muchos casos, rebasan los límites del instinto y penetran en los dominios de la inteligencia. Pero dejemos á un lado esta cuestión, que podría alejarnos de nuestro tema, y volvamos á éste. Es un hecho, bien comprobado, la protección que á varias plantas prestan algunas hormigas, en cambio de la habitación y alimento que á éstas ofrecen aquéllas; es un caso práctico del *do ut des*. Esa costumbre de varias hormigas de habitar en los huecos de los troncos y ramas de algunos árboles y arbustos es conocida desde hace muchos años; en 1697 hablaba ya Commelyn (*Hortus amstelodamensis*) de las hormigas que habitan en las estípulas córneas y huecas de la *Acacia cornígera*; Rumpf,

en su *Herbarium amboinense* (1741-1756), describe lo que él llamaba *Nidus formicarum*; De-Candolle, en su *Prodromus* (1830), refiriéndose á la *Myrmecodia inermis*, dice: *Truncus intus cavus et formicarum domus*. Pero, más modernamente, los viajes y observaciones de varios naturalistas, principalmente los de Belt, Schimper, Beccari, Delpino y otros, han dado vida á este estudio, á la llamada *Mirmecofilia*, por haberse dado el nombre de plantas *mirmecófilas* á las que viven en esa reciprocidad de servicios con las hormigas. Lo que principalmente atrae á éstas es la existencia en algunas plantas de nectarios, llamados *extraflorales* ó *extranupciales*, para distinguirlos de los que ordinariamente se hallan en los órganos de la flor, y sirven para atraer á los insectos que han de llevar el polen de unas flores á otras; los *extranupciales* se encuentran en las hojas, en las estípulas ó en las ramillas, y ofrecen á las hormigas sustancias azucaradas, alimento predilecto de aquéllas. Es curioso é interesante leer en los escritos de esos botánicos viajeros cómo, al tocar algunas de esas plantas mirmecófilas, ha caído sobre ellos una lluvia de hormigas, pequeñísimas por lo común, pero cuyas mordeduras pican como fuego, según la expresión de Rumpf, que, al hablar de ellas, dice: *pusillæ sunt, sed urentissimæ*; esas hormigas recorren continuamente los troncos y ramas de los árboles en que habitan, y valerosas, y además numerosísimas, acosan y ahuyentan á cuantos animales encuentran en sus árboles favoritos; entre muchos que pudieran citarse, es notable el caso de la *Azteca instabilis*, que defiende á varias especies del género *Cecropia*, arbustos y árboles de la América meridional, de los ataques de otras hormigas, pertenecientes al género *Atta*, y llamadas vulgarmente *corta hojas* por su costumbre de cortar en trozos las hojas de esos árboles; lo mismo Belt, que Schimper y Fritz Müller, han visto repetidas veces en el Brasil verdes y lozanas á las *Cecropias* habitadas por la *Azteca instabilis*, y, por el contrario, desnudas de hojas á las que, sin esa hormiga defensora, habían sido atacadas y despojadas de su follaje por las *Attas*.

Hoy, interesados ya los naturalistas en ese estudio, se conocen muchas docenas de plantas mirmecófilas pertenecientes á familias diversas, y en las cuales puede observarse ese curioso ejemplo de *simbiosis* ó convivencia. Y no se crea que es sólo entre los trópicos donde existan casos de mirmecofilia, por más que allí tienen realmente los *formícid*os una importancia mucho mayor que en nuestras zonas templadas; también en éstas, aunque en menor escala, se notan varios casos. Ratzeburg, que ha sido una autoridad de primer orden en cuestiones de Entomología forestal, habla en sus libros (1) de algunas hormigas destructoras de insectos dañosos, especialmente de algunas orugas que, formando grandes plagas, son perjudicialísimas á los montes; y á su vez Delpino (*Funzione myrmecofila nel Regno vegetale*) habla de hormigas que, en Italia, defienden á los árboles frutales de insectos que los atacan.

La protección que las hormigas prestan á sus huéspedes, gracias á los nectarios que éstos les ofrecen, es tal que, á veces, esos nectarios pueden reemplazar á otras armas defensivas; entre éstas ha citado el Sr. Lázaro, hablando de las de carácter mecánico, las espinas y aguijones, bien frecuentes por cierto en las plantas de la familia de las *Cactáceas*. A ella pertenece el género *Rhipsalis*, cuyas especies, sin embargo, se hallan desnudas de aguijones y de espinas, pero en cambio presentan nectarios que atraen á varias hormigas protectoras. También la *Rosa Banksiæ*, procedente de China y del Japón, y muy conocida en los jardines de la Europa meridional, carece de los aguijones tan frecuentes en muchos rosales, pero en cambio presenta en los bordes de sus hojuelas pequeños nectarios, muy visitados por el *Camponotus pubescens*, hormiga guerrera que libra á esa planta de los ataques de las voraces larvas del *Hylotoma Rosarum*. De este hermoso rosal existía hace pocos años, y quizá exista aún, un magnífico ejemplar en el Jardín de la

(1) Ratzeburg.—*Die Forstinssekten*.—Berlin, 1844.—*Die Waldverderbniss*.—Berlin, 1868.

Marina de Tolon, enviado, en 1813, por el célebre Bonpland; ese ejemplar ha llegado á tener un metro de circunferencia en su tronco, y á producir algunos años de 50 á 60.000 rosas: ¿debería, en parte al menos, ese desarrollo y esa lozanía á los servicios de su hormiga protectora?

Al fijar la atención en esas curiosas relaciones entre animales y plantas, en esos servicios que mutuamente se prestan, en esas convivencias que los enlazan, no es de extrañar que los naturalistas se pregunten: ¿sienten las plantas? ¡Arduo problema, planteado hace siglos, y no resuelto todavía! Y ya adivinaréis que no abrigo el intento, ridículo y vano, de querer resolverlo ahora; ni siquiera pienso molestaros con la historia de esa cuestión, tomándola, por ejemplo, desde Empédocles, que concedía á las plantas hasta alma, apenas distinta de la de los animales; ni temáis tampoco que, aun cuando el asunto se presta á ello, vaya á entregarme á lirismos y sentimentalismos impropios de esta ocasión y de este sitio; á deplorar, por ejemplo, que seres como las plantas, de tan delicada estructura las unas, tan vistosas y gallardas otras, tan fuertes y vigorosas muchas de ellas, y todas tan ricas de vida, sólo hayan de tenerla inerte y pasiva, y hayan de ser á la vez tan insensibles como la roca, como el escollo marino, siempre igual, siempre impasible, por más que siempre se halle

«De amenazas el Ponto rodeado
Y de enojos del viento sacudido» (1);

pero sí he de indicaros, partiendo del estudio positivo y del examen propio hoy de estas cuestiones, que los últimos adelantos de las ciencias naturales nos proporcionan dos datos que han de ser de gran importancia en la resolución de este problema: me refiero á la falta de un límite, claro y demostrable, entre animales y plantas, y á la existencia en las cé-

(1) Los versos citados en el texto son los dos primeros de un soneto de D. Francisco de Quevedo.

lulas de éstas y de aquéllos de un protoplasma idéntico en sus propiedades esenciales.

Antiguísima es la división de los seres orgánicos en los llamados *reino vegetal* y *reino animal*; división fácil en los seres superiores de ambos reinos, pero imposible en los inferiores, como no fundada en la naturaleza, sino en el afán que siente el hombre de clasificarlo todo, de reducirlo todo á sistemas por él imaginados. Y justo es reconocer que, en esta cuestión del límite entre animales y plantas, Aristóteles, el gran filósofo y naturalista griego, se adelantó en dos mil años á sus sucesores, puesto que dice: “que la naturaleza pasa sin interrupción de los seres inanimados á los animales por medio de la plantas,” (1).

Después, desconocido todavía el mundo de los seres microscópicos, llegó á ser dogma científico la separación de los seres orgánicos en animales y plantas. Linneo, con su indiscutible autoridad y con el estilo aforístico de su *Filosofía botánica*, vino á confirmar esa división; bien conocidas son sus definiciones: *Vegetabilia crescunt et vivunt; Animalia crescunt, vivunt et sentiunt*; de modo que el *sensitiv* es lo que principalmente caracteriza á los animales, según Linneo; éste, sin embargo, en la misma página de su libro citado, en que se hallan esas definiciones, hace suyas, sin correctivo alguno, las palabras de Ludwig, profesor á la sazón en Leipzig, según las cuales aparece, como primer carácter diferencial, no ya el sentir, sino el moverse; Ludwig dice: *Vegetabilia... corpora locomotivitate destituta; Animalia... corpora locomotivitate prædita*; resulta, pues, que la facultad de sentir y la facultad de moverse son los caracteres distintivos entre animales y plantas. Pero la apreciación de estas diferencias, tan fácil de comprobar cuando se compara un caballo con un roble ó un águila con

(1) *Aristotelis Opera omnia*. Parisiis (F. Didot, 1854).—Lib. IV, capítulo v. *De partibus animalium*, pág. 281. *Natura enim continuo tenore ab inanimatis ab animalia transit per ea que vivunt quidem sed non sunt animalia.*

una palmera, presenta dificultades insuperables cuando se desciende al examen de los seres inferiores en ambos reinos.

Son muchos los animales que carecen de esa facultad de moverse libremente, que crecen, viven y mueren sujetos al suelo, como las plantas: *pólipos*, *espongiarios*, *ascidias* y otros varios se hallan en ese caso; y, en cambio, entre las plantas, aun cuando de las *fanerógamas* ninguna disfrute tampoco de esa facultad, hay muchas, entre las *criptógamas*, que gozan de ella; las *diatomeas*, que nadan en todas direcciones, que cambian fácilmente de dirección y evitan el choque de unas con otras; las *bacteriáceas*, tan estudiadas hoy por los naturalistas médicos, que acuden atraídas por ciertas substancias, la peptona por ejemplo, y en cambio se las ve separarse de otras, como el alcohol y ciertos ácidos; las *zoosporas*, *anterozoides* y otros corpúsculos reproductores de las *criptógamas* se mueven en el agua, del mismo modo que pudiera moverse un *infusorio* ó un *protozoo* cualquiera; se ve, pues, que no es posible considerar como carácter divisorio entre ambos reinos la existencia ó la falta de la facultad de moverse. En cuanto á la facultad de sentir, preciso es, ante todo, tener en cuenta que no se trata aquí de esa sensibilidad que sólo puede hallarse en animales dotados de un sistema nervioso, pero tampoco debe admitirse que éste sea necesario en absoluto para sentir; y, en prueba de ello, baste recordar que existen seres, que ningún zoólogo dejará hoy de incluir en el reino animal, en los cuales no ha sido posible, ni á los observadores más perspicaces, hallar el más pequeño rastro de sistema nervioso; y, sin embargo, esos seres dan señales evidentes de sentir, de reaccionar contra los estímulos exteriores, de presentar, por lo menos, los llamados *movimientos reflejos*, lo mismo que lo verifican los animales dotados de nervios y de cerebro. Y no se crea que los seres de que hablo se hallen sólo entre los protozoos microscópicos; encuéntranse también entre seres macroscópicos y de organización más complicada que la de aquéllos; por ejemplo, entre los ya citados espongiarios y pólipos. Y algo parecido á lo que

se observa en esos animales es lo que puede notarse también en algunas plantas. Prescindo de citar las *Mimosas* ó *Sensitivas*, ú otras plantas tropicales, tan conocidas ya aun de las personas ajenas á los estudios botánicos; aquí mismo, en las praderas húmedas del Guadarrama y de otras sierras, viven las *Dróseras*, principalmente la *drósera rotundifolia*, llamada en castellano *Hierba del rocío* ó *Rocío del sol*; tiene esa planta sus hojas cubiertas de cerditas ó pelos, terminados por una glándula rojiza; Darwin, que incluyó esta planta entre las *insectívoras*, dió á esos pelos el nombre de tentáculos, por considerarlos análogos á los tentáculos de los pólipos; pues bien: si sobre una de esas glándulas se coloca un pequeño fragmento del cabello más fino, fragmento que apenas podrá pesar algunas milésimas de miligramo, el tentáculo empezará á moverse y encorvarse, como cuando algún insecto se posa en la hoja de esa planta; y es seguro que ese mismo trozo de cabello, puesto en la punta de la lengua de la persona más sensible, no le produciría sensación alguna. Verdad es que en muchas plantas se marcan perfectamente los efectos de ciertos estímulos, que no producen ninguno en el hombre ni en los animales superiores; por ejemplo: los de la luz en los fenómenos del *heliotropismo*; y no menos interesantes son los del llamado *geotropismo*, esto es, la tendencia imperiosa de la radícula, al nacer una planta, á dirigirse hacia el centro de la tierra, sea cualquiera la posición en que se haya hallado la semilla, á la vez que la plúmula ó tallito se dirige en sentido inverso, como si la planta tuviera lo que podríamos llamar el *sentido de la verticalidad* ó de la dirección de la fuerza de la gravedad; sentido de que carecen los animales, y hasta el hombre. Al nacer una planta trepadora ó enredadera, su tallo se arrastra por el suelo sin dirección determinada; pero, apenas tropieza con el tallo de otra planta ó con cualquier otro objeto verticalmente colocado, se adhiere á él, cambiando bruscamente la dirección horizontal de su crecimiento por la vertical ó inclinada que tenga el objeto que le sirve de apoyo; sin éste hubiera continuado rastrera por

el suelo, sin revolverse en ningún sentido. Digno es también de tenerse en cuenta, al tratar de esta cuestión, el hecho, comprobado por varios observadores, de que en todas las plantas que presentan movimientos ó fenómenos de sensibilidad, sea real ó aparente, los anestésicos actúan como sobre los animales, paralizando esos movimientos. Vais viendo, pues, sin más que estas ligeras indicaciones, lo aventurado que es el considerar la facultad de sentir como exclusivamente propia del reino animal. Y, aun prescindiendo de estas consideraciones y de estos ejemplos, la dificultad de separar y distinguir en dos reinos los seres orgánicos se prueba hasta con los mismos hechos, quiero decir, con la discrepancia que existe entre los naturalistas de primera fila acerca de la clasificación de ciertos grupos ó familias; por ejemplo: se han considerado generalmente como plantas, y pertenecientes á la extensa clase de los hongos, los llamados *Mixomicetos*, como si dijéramos *hongos mucosos*. Antón de Bary, que hizo un detenido estudio de ellos en 1864, concluyó por cambiarles el nombre, dándoles el de *Micetozos*, ó sea *animales hongos*, por haber hallado en ellos varios caracteres, más propios de los animales que de las plantas; después Klein (1), uniendo á esos hongos las *Vampirellas*, tiene también dudas sobre la clasificación de los mismos, pero se inclina á considerarlos como vegetales; y, por último, Zopf (2), que hace pocos años ha publicado una Monografía de esos seres, concluye por decir que se hallan precisamente en el límite que separa los animales de las plantas. Y, ya que los autores franceses son más consultados en España que los alemanes, añadiré que hoy mismo Ives Delage incluye los *Mixomicetos* entre los animales, y Van-Tieghem, naturalista no menos eminente que Delage, los incluye entre las plantas. ¿Queréis, pues, más pruebas de la dificultad que ofrece el empeño de querer separar los seres orgánicos en dos reinos distintos? Precisamente en ese

(1) Klein.—*Botan. Centralblatt*.—1882, 3.º, pág. 187.

(2) Zopf.—*Die Pilzthiere*.—Breslau, 1885, pág. 2.

grupo de hongos se comprenden, como antes dije, las *Vampirellas*, consideradas, por consiguiente, como plantas por muchos botánicos, y por tal la tiene nuestro compañero el Sr. Lázaro en su *Flora de la Península ibérica*; entre las especies de ese género se halla la *Vampirella spirogira*, vampiro en miniatura, reducido á pequeña porción de protoplasma desnudo, que, por medio de movimientos amiboides, se arrastra sobre las algas, marchando indiferente sobre todas ellas, hasta que pasa precisamente sobre alguna *Spirogira*; entonces se detiene, se adhiere á una de las células del alga, perfora su cubierta y absorbe su contenido: ¿no hay en esa *Vampirella* algo que recuerda el instinto de los animales?

Estas dudas sobre la clasificación de algunos seres ofrecen, en la historia de las Ciencias, casos curiosos; algunos de ellos se han visto incluídos, con pocos años de diferencia, en los tres reinos mineral, vegetal y animal; así ha sucedido, por ejemplo, con los corales y otros pólipos con polípero; Fontenelle se reía de Tournefort, diciendo: “Todo lo refiere á lo que más le gusta; hasta de piedras comunes, como los corales, hace plantas.” Peyssonel, médico de la Armada francesa, y observador notable, convencido de la naturaleza animal de esos pólipos, escribió sobre ello una memoria y la envió á la Academia de Ciencias de París; Reaumur, el famoso físico, que presidía la sesión en que se dió cuenta de la memoria de Peyssonel, ocultó el nombre de éste, por no exponerlo á las burlas de sus colegas; ¡tan fuerte era, tan arraigada estaba la idea de que, seres sin libre movimiento, no podían ser animales! Algún tiempo después, por sus propias observaciones y por las de Trembley y de otros naturalistas, Reaumur se convenció de la verdad de las de Peyssonel, pero éste estaba ya enterrado: Linneo le hizo justicia en el aforismo 76 de su *Filosofía botánica* (1).

(1) Linn.—*Philosoph. botan.*, 76.—*Lithophyta olim relicta Plutoni, Marsilius Floræ imperio subjecit, at Peyssonellus eadem Faunæ regno restituit.*

Para concluir: dos palabras acerca del protoplasma. Hugo Mohl, botánico alemán, que hacia mediados del siglo que ya finaliza dió gran impulso con sus trabajos á los estudios anatómicos y fisiológicos de los vegetales, llamó *utrículo primordial* á la parte viva y activa de la célula de éstos; después cambió ese nombre por el de *protoplasma*. Designábase entonces con el nombre de *sárcoda* ó *sarcodio*, dado por Dujardin, á la parte también viva y activa de la célula animal; pero las investigaciones de Fernando Cohn, en 1850, le hicieron ya sospechar la grande analogía existente entre las substancias llamadas sárcoda y protoplasma; y, posteriormente, Max Schultze en 1863, y Kühne en 1864, concluyeron por demostrar que ambas substancias eran idénticas en sus propiedades esenciales; y bien se ve que ésa ha llegado á ser ya la opinión general entre los naturalistas, puesto que ha desaparecido de los tratados de Zoología la palabra *sárcoda*, reemplazada por la de protoplasma; según Retterer (1), el famoso fisiólogo Claudio Bernald demostró también la identidad de ambos protoplasmas, haciendo ver que ambos son igualmente sensibles á la acción de los agentes anestésicos. Cuando el protoplasma, en los vegetales, se ve libre de la cubierta de celulosa que lo envuelve, como sucede en las zoosporas y en los anterozoides, se mueve, nada, se traslada de un punto á otro, lo mismo que pudiera hacerlo un protozoo; ¿qué mayor lazo de unión entre animales y plantas que la existencia del protoplasma en las células de unos y otras? El es el punto de partida de toda evolución celular; él es, como ya dijo Huxley, la verdadera base física de la vida; todo lo demás que lo envuelve ó lo protege es, respecto del protoplasma, como la concha respecto al molusco, como la corteza y la parte leñosa respecto al árbol. Conviene también tener presente que, si la circunstancia de hallarse el protoplasma, en la mayoría de las plantas, encerrado en su cubierta de ce-

(1) *Dictionn. encyclop. d. Sc. medic.* Paris, 1889, art. "Protoplasma", pág. 576.

lulosa, no le permite que la excitación, que cualquier estímulo le produzca, se comunique al protoplasma de las células próximas, hoy se sabe ya que esa incomunicación no es tan completa como se ha creído; en esos últimos años, las investigaciones de Klebs, Kohl y Kienitz-Gerloff (1) han hecho ver que existen, en muchos casos, filamentos finísimos de protoplasma que, perforando la pared celular, ponen aquél en comunicación con el de las células inmediatas.

Ya dije antes que no abrigaba la pretensión ridícula de querer resolver el difícil problema de si en las plantas existe ó no existe la facultad de sentir; para ahondar en esa cuestión sería preciso internarse en el campo de la Psicología comparada, y aun cruzar los linderos de la Metafísica; y ni ésta sería ocasión oportuna para ello, ni yo tengo fuerzas ni conocimientos para tanto; sólo deseaba, y así lo he hecho, llamar vuestra atención sobre esos dos datos que, á mi juicio, han de ayudar bastante á la resolución del problema; pero sí creo, y así espero que lo creeréis vosotros también, que después de cuanto queda expuesto, aunque muy á la ligera, no es posible seguir admitiendo esa tradicional división de los seres orgánicos en dos reinos distintos, por más que así se siga haciendo en los *Tratados elementales de Historia Natural*, quizá por razones puramente pedagógicas; todos los seres, á los que anima esa fuerza misteriosa de la vida, explicable tal vez, pero todavía inexplicada, forman á los ojos del naturalista un conjunto armónico, á pesar de la infinita diversidad de sus formas. Modificando en parte la comparación hecha por el ilustre botánico Fernando Cohn (2), podemos decir: que el árbol de la vida es uno y solo y siempre el mismo; sus raíces más profundas arrancan de esos seres microscópicos de dudosa clasificación, primeros esbozos del vivir; por su tronco y por sus ramas vanse desarrollando seres de organiza-

(1) *Botan. Central bl.*, 1897; 4.º, pág. 257.—*Naturwissenschaft. Rundschau.*, 1891. Núm. de Junio.

(2) F. Cohn.—*Die Pflanze*.—Breslau, 1882, pág. 364.

ción cada vez más complicada, con funciones cada vez más localizadas y diversas; y en su copa, en su cima, como flor que lo corona, como ser superior á los otros seres, hállase el hombre con su cerebro y con su alma, con un mundo de ideas, y también con el doloroso afán, con el indomable anhelo de abarcar y de explicarse lo eterno y lo infinito.
