

C. DARWIN

EL ORIGEN DE
LAS ESPECIES
POR MEDIO DE
LA SELECCIÓN NATURAL

TOMO II

LA TRADUCCION DEL INGLÉS HA SIDO
HECHA POR ANTONIO DE ZULUETA

MADRID
1921

CAPÍTULO VI
DIFICULTADES DE LA TEORÍA

Dificultades de la teoría de la descendencia con modificación. -Ausencia o rareza de variedades de transición. -Transiciones en las costumbres. -Costumbres diversas en la misma especie. -Especies con costumbres muy diferentes de las de sus afines. -Órganos de extrema perfección. -Modos de transición. -Casos difíciles. -Natura non facit sal tum. -Órganos de poca importancia. -Los órganos no son en todos los casos completamente perfectos. -La ley de unidad de tipo y la de las condiciones de existencia están comprendidas en la teoría de la selección natural.

Mucho antes de que el lector haya llegado a esta parte de mi obra se le habrán ocurrido una multitud de dificultades. Algunas son tan graves, que aun hoy día apenas puedo reflexionar sobre ellas sin vacilar algo; pero, según mi leal saber y entender, la mayor parte son sólo aparentes, y las que son reales no son, creo yo, funestas para mi teoría.

Estas dificultades y objeciones pueden clasificarse en los siguientes grupos:

1º Si las especies han descendido de otras especies por suaves gradaciones, ¿por qué no encontramos en todas partes innumerables formas de transición? ¿Por qué no está toda la naturaleza confusa, en lugar de estar las especies bien definidas según las vemos?

2º ¿Es posible que un animal que tiene, por ejemplo, la confirmación y costumbres de un murciélago pueda haber sido formado por modificación de otro animal de costumbres y estructura muy diferentes? ¿Podemos creer que la selección natural pueda producir, de una parte, un órgano insignificante, tal como la cola de la jirafa, que sirve de mosqueador, y, de otra, un órgano tan maravilloso como el ojo?

3º ¿Pueden los instintos adquirirse y modificarse por selección natural? ¿Qué diremos del instinto que lleva a la abeja a hacer celdas y que prácticamente se ha anticipado a los descubrimientos de profundos matemáticos?

4º ¿Cómo podemos explicar que cuando se cruzan las especies son estériles o producen descendencia estéril, mientras que cuando se cruzan las variedades su fecundidad es sin igual?

Los dos primeros grupos se discutirán ahora, algunas objeciones

diversas en el capítulo próximo, el instinto y la hibridación en los dos capítulos siguientes.

SOBRE LA AUSENCIA O RAREZA DE VARIEDADES DE TRANSICIÓN

Como la selección natural obra solamente por la conservación de modificaciones útiles, toda forma nueva, en un país bien poblado, tenderá a suplantar, y finalmente a exterminar, a su propia forma madre, menos perfeccionada, y a otras formas menos favorecidas con que entre en competencia. De este modo la extinción y la selección natural van de acuerdo. Por consiguiente, si consideramos cada especie como descendiente de alguna forma desconocida, tanto la forma madre como todas las variedades de transición habrán sido, en general, exterminadas precisamente por el mismo proceso de formación y perfeccionamiento de las nuevas formas.

Pero como, según esta teoría, tienen que haber existido innumerables formas de transición, ¿por qué no las encontramos enterradas en número sin fin en la corteza terrestre? Será más conveniente discutir esta cuestión en el capítulo sobre la «Imperfección de los Registros Geológicos», y aquí diré sólo que creo que la respuesta estriba principalmente en que los registros son incomparablemente menos perfectos de lo que generalmente se supone. La corteza terrestre es un inmenso museo; pero las colecciones naturales han sido hechas de un modo imperfecto y sólo a largos intervalos.

Pero puede argüirse que cuando diferentes especies muy afines viven en el mismo territorio debiéramos encontrar seguramente hoy día muchas formas de transición. Tomemos un caso sencillo: recorriendo de norte a sur un continente, nos encontramos de ordinario, a intervalos sucesivos, con especies muy afines o representativas, que evidentemente ocupan casi el mismo lugar en la economía natural del país. Con frecuencia estas especies representativas se encuentran y entremezclan, y a medida que la una se va haciendo más rara, la otra se hace cada vez más frecuente, hasta que una reemplaza a la otra. Pero si comparamos estas especies donde se entremezclan, son, por lo general, en absoluto tan distintas en todos los detalles de conformación, como lo son los ejemplares tomados en el centro de la región habitada por cada una. Según mi teoría, estas especies afines descienden de un an-

tepasado común, y durante el proceso de modificación se ha adaptado cada una a las condiciones de vida de su propia región y ha suplantado y exterminado a su forma madre primitiva y a todas las variedades de transición entre su estado presente y su estado pasado. De aquí que no debamos esperar encontrarnos actualmente con numerosas variedades de transición en cada región, aun cuando éstas tengan que haber existido allí y pueden estar allí enterradas en estado fósil. Pero en las regiones intermedias que tienen condiciones intermedias de vida, ¿por qué no encontramos actualmente variedades intermedias de íntimo enlace? Esta dificultad, durante mucho tiempo, me confundió por completo; pero creo que puede explicarse en gran parte.

En primer lugar, tendríamos que ser muy prudentes al admitir que un área haya sido continua durante un largo período, porque lo sea actualmente. La geología nos llevaría a creer que la mayor parte de los continentes, aun durante los últimos períodos terciarios, han estado divididos formando islas, y en estas islas pudieron haberse formado separadamente especies distintas, sin posibilidad de que existiesen variaciones intermedias en zonas intermedias. Mediante cambios en la forma de la tierra y en el clima, regiones marinas hoy continuas tienen que haber existido muchas veces, dentro de los tiempos recientes, en disposición mucho menos continua y uniforme que actualmente. Pero dejaré a un lado este modo de eludir la dificultad, pues creo que muchas especies perfectamente definidas se han formado en regiones por completo continuas, aun cuando no dudo que la antigua condición dividida de regiones ahora continuas ha desempeñado un papel importante en la formación de especies nuevas, sobre todo en animales errantes y que se cruzan con facilidad.

Considerando las especies según están distribuidas en una vasta región, las encontramos por lo general bastante numerosas en un gran territorio, haciéndose luego, casi de repente, más y más raras en los límites, y desapareciendo por último. De aquí que el territorio neutral entre dos especies representativas es generalmente pequeño, en comparación con el territorio propio de cada una. Vemos el mismo hecho subiendo a las montañas, y a veces es muy notable lo súbitamente que desaparece una especie alpina común, como ha hecho observar Alph. de Candolle. El mismo hecho ha sido observado por E. Forbes al explorar con la draga las profundidades del mar. A los que consideran el

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

clima y las condiciones físicas de vida como elementos importantísimos de distribución de los seres orgánicos, estos hechos debieran causarles sorpresa, pues el clima y la altura y la profundidad varían gradual e insensiblemente. Pero cuando tenemos presente que casi todas las especies, incluso en sus regiones primitivas, aumentarían inmensamente en número de individuos si no fuese por otras especies que están en competencia con ellas; que casi todas las especies hacen presa de otras o les sirven de presa; en una palabra, que cada ser orgánico está directa o indirectamente relacionado del modo más importante con otros seres orgánicos, vemos que la superficie ocupada por los individuos de una especie en un país cualquiera no depende en modo alguno exclusivamente del cambio gradual de las condiciones físicas, sino que depende, en gran parte, de la presencia de otras especies de las que vive aquélla, o por las cuales es destruida, o con las que entra en competencia; y como estas especies son ya entidades definidas que no pasan de una a otra por gradaciones insensibles, la extensión ocupada por una especie, dependiendo como depende de la extensión ocupada por las otras, tenderá a ser rigurosamente limitada. Es más: toda especie, en los confines de la extensión que ocupa, donde existe en número más reducido, estará muy expuesta a completo exterminio, al variar el número de sus enemigos o de sus presas o la naturaleza del clima y, de este modo, su distribución geográfica llegará a estar todavía más definitivamente limitada.

Como las especies próximas o representativas, cuando viven en una región continua, están, por lo general, distribuidas de tal modo que cada una ocupa una gran extensión con un territorio neutral relativamente estrecho entre ellas en el cual se hacen casi de repente más y más raras, y como las variedades no difieren esencialmente de las especies, la misma regla se aplicará probablemente a unas y otras: y si tomamos una especie que varía y que vive en una región muy grande, tendrá que haber dos variedades adaptadas a dos espacios grandes y una tercera a una zona intermedia estrecha. La variedad intermedia, por consiguiente, existirá con número menor de individuos, por habitar una región menor y más estrecha, y prácticamente, hasta donde podemos averiguar, esta regla se comprueba en las variedades en estado natural. Me he encontrado con ejemplos notables de esta regla en el caso de las variedades intermedias que existen entre variedades

bien señaladas en el género *Balanus*, y de las noticias que me han dado míster Watson, el doctor Asa Gray y míster Wollaston, resultaría que, por lo general, cuando se presentan variedades intermedias entre dos formas, son mucho más escasas en número de individuos que las formas que enlazan. Ahora bien: si podemos dar crédito a estos hechos e inducciones y llegar a la conclusión de que las variedades que enlazan otras dos variedades han existido generalmente con menor número de individuos que las formas que enlazan, entonces podemos comprender por qué las variedades intermedias no resisten durante períodos muy largos; porque, por regla general, son exterminadas y desaparecen más pronto que las formas que primitivamente enlazaron.

En efecto todas las formas que existen representadas por un corto número de individuos, corren, según vimos, mayor riesgo de ser exterminadas que las que están representadas por un gran número, y, en este caso particular, la forma intermedia estaría sumamente expuesta a invasiones de las formas muy afines que viven a ambos lados de ella. Pero es una consideración mucho más importante el que, durante el proceso de modificación posterior, por el que se supone que dos variedades se transforman y perfeccionan hasta constituir dos especies distintas, las dos que tienen número mayor de individuos por vivir en regiones mayores, llevarán una gran ventaja sobre las variedades intermedias que tienen un menor número de individuos en una zona menor e intermedia. En un período dado, las formas con mayor número tendrán más probabilidades de presentar nuevas variaciones favorables para que se apodere de ellas la selección natural, que las formas más raras, que tienen menos individuos. Por consiguiente las formas más comunes tenderán, en la lucha por la vida, a vencer y a suplantar a las formas menos comunes, pues éstas se modificarán y perfeccionarán más lentamente. Es el mismo principio, creo yo, que explica el que las especies comunes en cada país, según se demostró en el capítulo segundo, presenten por término medio un número mayor de variedades bien señaladas que las especies más raras. Puedo aclarar lo que pienso suponiendo que se tienen tres variedades de ovejas, una adaptada a una gran región montañosa, otra a una zona relativamente estrecha y algo desigual, y una tercera a las extensas llanuras de la base, y que los habitantes se están todos esforzando con igual constancia y habilidad para mejorar por selección sus rebaños. En este caso, las probabilidad-

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

des estarán muy en favor de los grandes propietarios de las montañas y de las llanuras, que mejoran sus castas más rápidamente que los pequeños propietarios de la zona intermedia estrecha y algo desigual, y, por consiguiente, la casta mejorada de la montaña o la de la llanura ocupará pronto el lugar de la casta menos mejorada de la falda de la montaña, y así las dos castas que primitivamente existieron, representadas por gran número de individuos, llegarán a ponerse completamente en contacto, sin la interposición de la variedad intermedia de la falda, que habrá sido suplantada.

Resumiendo, creo que las especies llegan a ser entidades bastante bien definidas, y no se presentan en ningún período como un inextricable caos de eslabones variantes e intermedios:

Primero. Porque las nuevas variedades se forman muy lentamente, pues la variación es un proceso lento, y la selección natural no puede hacer nada hasta que se presenten diferencias y variaciones individuales favorables, y hasta que un puesto en la economía de un país puede estar mejor ocupado por alguna modificación de alguno o algunos de sus habitantes; y estos nuevos puestos dependerán de cambios lentos de clima o de la inmigración accidental de nuevos habitantes, y, probablemente en grado aún mucho mayor, de que algunos de los antiguos se modifiquen lentamente, obrando y reaccionando mutuamente las nuevas formas producidas de este modo y las antiguas. Así, pues, en toda región y en todo tiempo, hemos de ver muy pocas especies que presenten ligeras modificaciones de estructura, hasta cierto punto permanentes, y esto es seguramente lo que vemos.

Segundo. En muchos casos, territorios actualmente continuos debían haber existido, dentro del período moderno, como partes aisladas, en las cuales muchas formas, sobre todo de las clases que se unen para cada cría y vagan mucho de un lugar a otro, pueden haberse vuelto separadamente lo bastante distintas para ser consideradas como especies representativas. En este caso tienen que haber existido anteriormente, dentro de cada parte aislada de tierra, variedades intermedias entre las diferentes especies representativas y su tronco común; pero estos eslabones, durante el proceso de selección natural, habrán sido suplantados y exterminados de modo que ya no se encontrarán en estado viviente.

Tercero. Cuando se han formado dos o más variedades en regiones

diferentes de un territorio rigurosamente continuo, es probable que se hayan formado al principio variedades intermedias en las zonas intermedias; pero generalmente habrán sido de corta duración, pues estas variedades intermedias, por razones ya expuestas -o sea por lo que sabemos de la distribución actual de las especies representativas o muy afines, e igualmente de las variedades reconocidas-, existirán en las zonas intermedias con menor número de individuos que las variedades que tienden a enlazar. Por esta causa, sólo las variedades intermedias están expuestas a exterminio accidental y, durante el proceso de modificación ulterior mediante selección natural, serán casi con seguridad vencidas y suplantadas por las formas que enlazan, pues éstas, por estar representadas por mayor número de individuos, presentarán en conjunto más variedades, y así mejorarán aún más por selección natural y conseguirán nuevas ventajas.

Finalmente, considerando, no un tiempo determinado, sino todo el tiempo, si mi teoría es cierta, tienen que haber existido innumerables variedades intermedias que enlacen estrechamente todas las especies del mismo grupo; pero el mismo proceso de selección natural tiende constantemente, como tantas veces se ha hecho observar, al exterminio de las formas madres y de los eslabones intermedios. En consecuencia, sólo pueden encontrarse pruebas de su pasada existencia en los restos fósiles, los cuales, como intentaremos demostrar en uno de los capítulos siguientes, están conservados en registros sumamente imperfectos e interrumpidos.

DEL ORIGEN Y TRANSICIONES DE LOS SERES ORGÁNICOS QUE TIENEN COSTUMBRES Y CONFORMACIÓN PECULIARES

Los adversarios de las ideas que sostengo han preguntado cómo pudo, por ejemplo, un animal carnívoro terrestre convertirse en un animal con costumbres acuáticas; porque ¿cómo pudo subsistir el animal de su estado transitorio? Fácil sería demostrar que existen actualmente animales carnívoros que presentan todos los grados intermedios entre las costumbres rigurosamente terrestres y las acuáticas, y si todos estos animales existen en medio de la lucha por la vida, es evidente que cada uno tiene que estar bien adaptado a su lugar en la naturaleza. Consideremos la *Mustela vison* de América del Norte, que tiene los

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

pies con membranas interdigitales, y que se asemeja a la nutria por su pelo, por sus patas cortas y por la forma de la cola. Durante el verano, el animal se zambulle para apresar pescado, pero durante el largo invierno abandona las aguas heladas y, como los otros mustélidos, devora ratones y animales terrestres. Si se hubiese tomado un caso diferente y se hubiese preguntado cómo un cuadrúpedo insectívoro pudo probablemente convertirse en murciélago que vuela, la pregunta hubiera sido mucho más difícil de contestar. Sin embargo, creo que tales dificultades son de poco peso.

En esta ocasión, como en otras, me encuentro en una situación muy desventajosa; pues de los muchos casos notables que he reunido, sólo puedo dar un ejemplo o dos de costumbres y conformaciones de transición en especies afines y de costumbres diversas, constantes o accidentales en la misma especie. Y me parece que sólo una larga lista de estos casos puede ser suficiente para aminorar la dificultad en un caso dado como el del murciélago.

Consideremos la familia de las ardillas; en ella tenemos la más delicada gradación desde animales con la cola sólo un poco aplastada, y, según ha señalado Sir J. Richardson, desde animales con la parte posterior del cuerpo un poco ancha y con la piel de los lados algo holgada, hasta las llamadas ardillas voladoras; y las ardillas voladoras tienen sus miembros, y aun la base de la cola, unidos por una ancha expansión de piel que sirve como de paracaídas y les permite deslizarse en el aire, hasta una asombrosa distancia, entre un árbol y otro. Es indudable que cada conformación es de utilidad para cada clase de ardilla en su propio país, permitiéndole escapar de las aves y mamíferos de presa y procurarse más rápidamente la comida, disminuyendo el peligro de caídas accidentales, como fundadamente podemos creer. Pero de este hecho no se sigue que la estructura de cada ardilla sea la mejor concebible para todas las condiciones posibles. Supongamos que cambien el clima y la vegetación; supongamos que emigren otros roedores rivales o nuevos animales de presa, o que los antiguos se modifiquen, y la analogía nos llevaría a creer que algunas por lo menos de las ardillas disminuirían en número de individuos o se extinguirían, a menos que se modificasen y perfeccionasen su conformación del modo correspondiente. No se ve, por consiguiente, dificultad -sobre todo si cambian las condiciones de vida- en la continua conservación de in-

dividuos con membranas laterales cada vez más amplias, siendo útil y propagándose cada modificación hasta que, por la acumulación de los resultados de este proceso de selección natural, se produjo una ardilla voladora perfecta.

Consideremos ahora el *Galeopithecus*, el llamado lémur volador, que antes se clasificaba entre los murciélagos, aunque hoy se cree que pertenece a los insectívoros. Una membrana lateral sumamente ancha se extiende desde los ángulos de la mandíbula hasta la cola, y comprende los miembros con sus largos dedos. Esta membrana lateral posee un músculo extensor. Aun cuando no existan animales de conformación adecuada para deslizarse por el aire, que unan en la actualidad el *Galeopilhecus* con los insectívoros, sin embargo, no hay dificultad en suponer que estas formas de unión han existido en otro tiempo y que cada una se desarrolló del mismo modo que en las ardillas, que se deslizan en el aire con menos perfección, pues cada grado fue útil al animal que lo poseía. Tampoco sé ver dificultad insuperable en creer además que los dedos y el antebrazo del *Galeopithecus*, unidos por membrana, pudiesen haberse alargado mucho por selección natural, y esto -por lo que a los órganos del vuelo se refiere- hubiera convertido este animal en un murciélago. En ciertos murciélagos en que la membrana del ala se extiende desde la parte alta de la espalda hasta la cola y comprende los miembros posteriores, encontramos, quizás, vestigios de un aparato primitivamente dispuesto para deslizarse por aire, más bien que para el vuelo.

Si se hubiesen extinguido una docena de géneros de aves, ¿quién se hubiera atrevido a imaginar que podían haber existido aves que usaban las alas únicamente a modo de paletas, como el *logger-headed duck* (*Micropterus* de Eyton), o de aletas en el agua y de patas anteriores en tierra, como el pájaro bobo, o de velas, como el avestruz, o prácticamente para ningún objeto, como el *Apteryx*. Sin embargo, la conformación de cada una de estas aves es buena para el ave respectiva, en las condiciones de vida a que se encuentra sujeta, pues todas tienen que luchar para vivir; pero esta conformación no es necesariamente la mejor posible en todas las condiciones posibles. De estas observaciones no hay que deducir que alguno de los grados de conformación de alas a que se ha hecho referencia -los cuales pueden, quizás, ser todos resultados del desuso- indique las etapas por las que las aves adquirieron

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

positivamente su perfecta facultad de vuelo; pero sirven para mostrar cuán diversos modos de transición son, por lo menos, posibles.

Viendo que algunos miembros de las clases de respiración acuática, como los crustáceos y moluscos, están adaptados a vivir en tierra, y viendo que tenemos aves y mamíferos voladores, insectos voladores de los tipos más diversos, y que en otro tiempo hubo reptiles que volaban, se concibe que los peces voladores que actualmente se deslizan por el aire, elevándose un poco y girando con ayuda de sus trémulas aletas, pudieron haberse modificado hasta llegar a ser animales perfectamente alados. Si esto hubiese ocurrido ¿quién hubiera siquiera imaginado que en un primer estado de transición habían sido habitantes del océano y habían usado sus incipientes órganos de vuelo exclusivamente -por lo que sabemos- para escapar de ser devorados por los peces?

Cuando vemos una estructura sumamente perfeccionada para una costumbre particular, como las alas de un ave para el vuelo, hemos de tener presente que raras veces habrán sobrevivido hasta hoy día animales que muestren los primeros grados de transición, pues habrán sido suplantados por sus sucesores, que gradualmente se fueron volviendo más perfectos mediante la selección natural. Es más, podemos sacar la conclusión de que los estados de transición entre conformaciones adecuadas a modos muy diferentes de vida raras veces se han desarrollado en gran abundancia ni presentado muchas formas subordinadas, en un período primitivo. Así, pues, volviendo a nuestro ejemplo imaginario del pez volador, no parece probable que se hubiesen desarrollado peces capaces de verdadero vuelo, con muchas formas subordinadas para capturar de muchos modos, presas de muchas clases en tierra y en el agua, hasta que sus órganos de vuelo hubiesen llegado a un grado de perfección lo bastante elevado para darles, en la lucha por la vida, una ventaja decisiva sobre otros animales. De aquí que las probabilidades de descubrir en estado fósil especies que presenten transiciones de estructura serán siempre menores, por haber existido estas especies en menor número que en el caso de especies con estructuras completamente desarrolladas.

Daré ahora dos o tres ejemplos, tanto de cambio de costumbres como de diversidad de ellas en individuos de la misma especie. En ambos casos sería fácil a la selección natural adaptar la estructura del animal a sus nuevas costumbres o exclusivamente a una de sus dife-

rentes costumbres. Es, sin embargo, difícil decidir, y sin importancia para nosotros, si cambian en general primero las costumbres y después la estructura, o si ligeras modificaciones de conformación llevan al cambio de costumbres; siendo probable que ambas cosas ocurran casi simultáneamente. En cuanto a casos de cambio de costumbres, será suficiente mencionar tan sólo el de los muchos insectos británicos que se alimentan actualmente de plantas exóticas o exclusivamente de substancias artificiales. De diversidad de costumbres podrían citarse innumerables ejemplos; con frecuencia he observado en América del Sur a un tiránido (*Saurophagus sulphuratus*) cerniéndose sobre un punto y yendo después a otro, como lo haría un cernícalo, y en otras ocasiones lo he visto inmóvil a la orilla del agua, y luego lanzarse a ésta tras un pez, como lo haría un martín pescador. En nuestro propio país se puede observar el carbonero (*Parus major*) trepando por las ramas, casi como un gateador; a veces, como un alcaudón, mata pájaros pequeños, dándoles golpes en la cabeza, y muchas veces le he oído martillar las simientes del tejo sobre una rama y romperlas así, como lo haría un trepatroncos. Hearne ha visto en América del Norte al oso negro nadar durante horas con la boca muy abierta, cogiendo así, casi como una ballena, insectos en el agua.

Como algunas veces vemos individuos que siguen costumbres diferentes de las propias de su especie y de las restantes especies del mismo género, podríamos esperar que estos individuos diesen a veces origen a nuevas especies, de costumbres anómalas, y cuya estructura se separaría, más o menos considerablemente, de la de su tipo. Y ejemplos de esta clase ocurren en la Naturaleza. ¿Puede darse un ejemplo más notable de adaptación a trepar a los árboles y coger insectos en las grietas de su corteza que el del pájaro carpintero? Sin embargo, en América del Norte hay pájaros carpinteros que se alimentan en gran parte de frutos, y otros con largas alas que cazan insectos al vuelo. En las llanuras de La Plata, donde apenas crece un árbol, hay un pájaro carpintero (*Colaptes campestris*) que tiene dos dedos hacia delante y dos hacia detrás, la lengua larga y puntiaguda, las plumas rectrices puntiagudas, lo suficientemente rígidas para sostener el animal su posición vertical en un poste, aunque no tan rígidas como en los pájaros carpinteros típicos, y el pico recto y fuerte. El pico, sin embargo, no es tan recto o no es tan fuerte como en los pájaros carpinteros típicos, pero es lo

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

suficientemente fuerte para taladrar la madera. Por consiguiente, este *Colaptes* es un pájaro carpintero en todas las partes esenciales de su conformación. Aun en caracteres tan insignificantes como la coloración, el timbre desagradable de la voz y el vuelo ondulado, se manifiesta claramente su parentesco con nuestro pájaro carpintero común, y, sin embargo -como puedo afirmar, no sólo por mis propias observaciones, sino también por las de Azara, tan exacto- en algunos grandes distritos no trepa a los árboles y hace sus nidos en agujeros en márgenes. En otros distritos, sin embargo, este mismo pájaro carpintero, según manifiesta míster Hudson, frecuenta los árboles y hace agujeros en el tronco para anidar. Puedo mencionar, como otro ejemplo de las costumbres diversas de este género, que De Saussure ha descrito, que un *Colaptes* de Méjico hace agujeros en madera dura para depositar una provisión de bellotas.

Los petreles son las aves más aéreas y oceánicas que existen; pero en las bahías tranquilas de la Tierra del Fuego la *Puffinuria berardi*, por sus costumbres generales, por su asombrosa facultad de zambullirse, por su manera de nadar y de volar cuando se la obliga a tomar el vuelo, cualquiera la confundiría con un pingüino o un somormujo, y, sin embargo, esencialmente es un petrel, pero con muchas partes de su organismo modificadas profundamente, en relación con su nuevo género de vida, mientras que la conformación del pájaro carpintero de La Plata se ha modificado tan sólo ligeramente. En el caso del tordo de agua, el más perspicaz observador, examinando el cuerpo muerto, jamás hubiese sospechado sus costumbres semiacuáticas, y, sin embargo, esta ave, relacionada con la familia de los tordos, encuentra su alimento buceando, para lo que utiliza sus alas bajo el agua y se agarra a las piedras con las patas. Todos los miembros del gran orden de los insectos himenópteros son terrestres, excepto el género *Proctotrupes*, que sir John Lubbock ha descubierto que es de costumbres acuáticas; con frecuencia entra en el agua y bucea, utilizando, no sus patas, sino sus alas, y permanece hasta cuatro horas debajo del agua; sin embargo, no muestra modificación alguna en su estructura relacionada con sus costumbres anómalas.

El que crea que cada ser viviente ha sido creado tal como ahora lo vemos, se tiene que haber visto algunas veces sorprendido al encontrarse con un animal cuyas costumbres y conformación no están de

acuerdo. ¿Qué puede haber más evidente que el que los pies con membranas interdigitales de los patos y gansos están hechos para nadar y, sin embargo, existen los gansos de tierra, que tienen membranas interdigitales, aunque rara vez se acercan al agua, y nadie, excepto Andubon, ha visto al rabihorcado, que tiene sus cuatro dedos unidos por membranas, posarse en la superficie del mar. Por el contrario, los somormujos y las fochas son eminentemente acuáticos, aun cuando sus dedos están tan sólo orlados por membranas. ¿Qué cosa parece más evidente que el que los dedos largos, desprovistos de membranas, de las zancudas, están hechos para andar por las charcas y las plantas flotantes? La polla de agua y el rey de codornices son miembros del mismo orden: la primera es casi tan acuática como la focha y el segundo, casi tan terrestre como la codorniz y la perdiz. En estos casos, y en otros muchos que podrían citarse, las costumbres han cambiado, sin el correspondiente cambio de estructura. Puede decirse que las patas con membranas interdigitales del ganso de tierra se han vuelto casi rudimentarias en función, pero no en estructura. En el rabihorcado, la membrana profundamente escotada entre los dedos muestra que la conformación ha empezado a modificarse.

El que crea en actos separados e innumerables de creación, puede decir que en estos casos le ha placido al Creador hacer que un ser de un tipo ocupe el lugar de otro que pertenece a otro tipo; pero esto me parece tan sólo enunciar de nuevo el hecho con expresión más digna. Quien crea en la lucha por la existencia y el principio de la selección natural, sabrá que todo ser orgánico se está esforzando continuamente por aumentar en número de individuos, y que si un ser cualquiera varía, aunque sea muy poco, en costumbres o conformación, y obtiene de este modo ventaja sobre otros que habitan en el mismo país, se apropiará el puesto de estos habitantes, por diferente que éste pueda ser de su propio puesto. Por consiguiente no le causará sorpresa que existan gansos y rabihorcados con patas con membranas interdigitales, que vivan en tierra seca o que rara vez se posen en el agua; que haya guiones de codornices con dedos largos que vivan en los prados, en lugar de vivir en lagunas; que haya pájaros carpinteros donde apenas existe un árbol; que haya tordos e himenópteros que buceen y petreles con costumbres de pingüinos.

ÓRGANOS DE PERFECCIÓN Y COMPLICACIÓN EXTREMAS

Parece absurdo de todo punto -lo confieso espontáneamente- suponer que el ojo, con todas sus inimitables disposiciones para acomodar el foco a diferentes distancias, para admitir cantidad variable de luz y para la corrección de las aberraciones esférica y cromática, pudo haberse formado por selección natural. Cuando se dijo por vez primera que el Sol estaba quieto y la tierra giraba a su alrededor, el sentido común de la humanidad declaró falsa esta doctrina; pero el antiguo adagio de *vox populi, vox Dei*, como sabe todo filósofo, no puede admitirse en la ciencia. La razón me dice que si se puede demostrar que existen muchas gradaciones, desde un ojo sencillo e imperfecto a un ojo complejo y perfecto, siendo cada grado útil al animal que lo posea, como ocurre ciertamente; si además el ojo alguna vez varía y las variaciones son heredadas, como ocurre también ciertamente; y si estas variaciones son útiles a un animal en condiciones variables de la vida, entonces la dificultad de creer que un ojo perfecto y complejo pudo formarse por selección natural, aun cuando insuperable para nuestra imaginación, no tendría que considerarse como destructora de nuestra teoría. El saber cómo un nervio ha llegado a ser sensible a la luz, apenas nos concierne más que saber cómo se ha originado la vida misma, pero puedo señalar que, como quiera que algunos de los organismos inferiores, en los cuales no pueden descubrirse nervios, son capaces de percibir la luz, no es imposible que ciertos elementos sensitivos de su sarcoda llegasen a reunirse y desarrollarse hasta constituir nervios dotados de esta especial sensibilidad.

Al buscar las gradaciones mediante las que se ha perfeccionado un órgano cualquiera, debemos considerar exclusivamente sus antepasados en línea directa; pero esto casi nunca es posible, y nos vemos obligados a tener en cuenta otras especies y géneros del mismo grupo, esto es, los descendientes colaterales de la misma forma madre, para ver qué gradaciones son posibles y por si acaso algunas gradaciones se han transmitido inalteradas o con poca alteración. Y el estado del mismo órgano en distintas clases puede, a veces, arrojar luz sobre las etapas por que se ha ido perfeccionando.

El órgano más sencillo, al que se puede dar el nombre de ojo, consiste en un nervio óptico rodeado por células pigmentarias y cubier-

to por piel translúcida, pero sin cristalino ni otro cuerpo refrigente. Podemos, sin embargo, según monsieur Jourdain, descender todavía un grado más y encontrar agregados de células pigmentarias, que parecen servir como órganos de vista sin nervios, y que descansan simplemente sobre tejido sarcódico. Ojos de naturaleza tan sencilla como los que se acaban de indicar, son incapaces de visión distinta, y sirven tan sólo para distinguir la luz de la obscuridad. En ciertas estrellas de mar, pequeñas depresiones en la capa de pigmento que rodea el nervio están llenas, según describe el autor citado, de una substancia gelatinosa transparente, que sobresale, formando una superficie convexa, como la córnea de los animales superiores. Sugiere monsieur Jourdain que esto sirve, no para formar una imagen, sino sólo para concentrar los rayos luminosos y hacer su percepción más fácil. Con esta concentración de rayos conseguimos dar el primer paso, de mucho el más importante, hacia la formación de un ojo verdadero, formador de imágenes, pues no tenemos mas que colocar a la distancia debida del aparato de concentración la extremidad desnuda del nervio óptico, que en unos animales inferiores se encuentra profundamente escondida en el cuerpo y en otros cerca de la superficie, y se formará sobre aquélla una imagen.

En la extensa clase de los articulados encontramos como punto de partida un nervio óptico simplemente cubierto de pigmento, formando a veces este último una especie de pupila, pero desprovisto de cristalino o de otra parte óptica. Se sabe actualmente que, en los insectos, las numerosas facetas de la córnea de sus grandes ojos compuestos forman verdaderos cristalinos, y que los conos encierran filamentos nerviosos, curiosamente modificados. Pero estos órganos en los articulados están tan diversificados, que Müller, tiempo ha, los dividió en tres clases principales, con siete subdivisiones, aparte de una cuarta clase principal de ojos sencillos agregados.

Cuando reflexionamos sobre estos hechos, expuestos aquí demasiado brevemente, relativos a la extensión, diversidad y gradación de la estructura de los ojos de los animales inferiores, y cuando tenemos presente lo pequeño que debe ser el número de formas vivientes en comparación con las que se han extinguido, entonces deja de ser muy grande la dificultad de creer que la selección natural puede haber convertido un sencillo aparato, formado por un nervio vestido de pigmen-

to y cubierto al exterior por una membrana transparente, en un instrumento óptico tan perfecto como el que poseen todos los miembros de la clase de los articulados.

Quien llegue hasta este punto, no deberá dudar en dar otro paso más si, al terminar este volumen, encuentra que por la teoría de la modificación por selección natural se pueden explicar grandes grupos de hechos inexplicables de otro modo; deberá admitir que una estructura, aunque sea tan perfecta como el ojo de un águila, pudo formarse de este modo, aun cuando en este caso no conozca los estados de transición.

Se ha hecho la objeción de que para que se modificase el ojo y para que, a pesar de ello, se conservase como un instrumento perfecto, tendrían que efectuarse simultáneamente muchos cambios, lo cual se supone que no pudo hacerse por selección natural; pero, como he procurado mostrar en mi obra sobre la variación de los animales domésticos, no es necesario suponer que todas las modificaciones fueron simultáneas, si fueron muy lentas y graduales. Clases diferentes de modificación servirían, pues, para el mismo fin general. Míster Wallace ha hecho observar que si una lente tiene el foco demasiado corto o demasiado largo, puede ser corregida mediante una variación de curvatura o mediante una variación de densidad; si la curvatura es irregular y los rayos no convergen en un punto, entonces todo aumento de regularidad en la curvatura será un perfeccionamiento. Así, ni la contracción del iris ni los movimientos musculares del ojo son esenciales para la visión, sino sólo perfeccionamientos que pudieron haber sido añadidos y completados en cualquier estado de la construcción del instrumento. En la división más elevada del reino animal, los vertebrados, encontramos como punto de partida un ojo tan sencillo, que consiste, como en el anfibio, en un saquito de membrana transparente, provisto de un nervio y revestido de pigmento, pero desprovisto de cualquier otro aparato. En los peces y reptiles, como Owen ha hecho observar, «la serie de gradaciones de las estructuras dióptricas es muy grande». Es un hecho significativo que aun en el hombre, según la gran autoridad de Virchow, la hermosa lente que constituye el cristalino está formada en el embrión por un cúmulo de células epidérmicas situadas en una depresión de la piel en forma de saco, y el humor vítreo está formado por tejido embrionario subcutáneo. Para llegar, sin embargo, a una

conclusión justa acerca de la formación del ojo, con todos sus caracteres maravillosos, aunque no absolutamente perfectos, es indispensable que la razón venza a la imaginación; pero he sentido demasiado vivamente la dificultad para que me sorprenda de que otros titubeen en dar tan enorme extensión al principio de la selección natural.

Apenas es posible dejar de comparar el ojo con un telescopio. Sabemos que este instrumento se ha perfeccionado por los continuos esfuerzos de los hombres de mayor talento, y, naturalmente, deducimos que el ojo se ha formado por un procedimiento algo análogo; pero ¿esta deducción no será quizá presuntuosa? ¿Tenemos algún derecho a suponer que el Creador trabaja con fuerzas intelectuales como las del hombre? Si hemos de comparar el ojo con un instrumento óptico, debemos imaginar una capa gruesa de tejido transparente con espacios llenos de líquido y con un nervio sensible a la luz, situado debajo, y entonces suponer que todas las partes de esta capa están de continuo cambiando lentamente de densidad hasta separarse en capas de diferentes gruesos y densidades, colocadas a distancias diferentes unas de otras, y cuyas superficies cambian continuamente de forma. Además tenemos que suponer que existe una fuerza representada por la selección natural, o supervivencia de los más adecuados, que acecha atenta y constantemente, toda ligera variación en las capas transparentes y conserva cuidadosamente aquellas que en las diversas circunstancias tienden a producir, de algún modo o en algún grado, una imagen más clara. Tenemos que suponer que cada nuevo estado del instrumento se multiplica por un millón, y se conserva hasta que se produce otro mejor, siendo entonces destruídos los antiguos. En los cuerpos vivientes, la variación producirá las ligeras modificaciones, la generación las multiplicará casi hasta el infinito y la selección natural entresacará con infalible destreza todo perfeccionamiento. Supongamos que este proceso continúa durante millones de años, y cada año en millones de individuos de muchas clases, ¿podremos dejar de creer que pueda formarse de este modo un instrumento óptico viviente tan superior a uno de vidrio como las obras del Creador lo son a las del hombre?

MODOS DE TRANSICIÓN

Si se pudiese demostrar que existió un órgano complejo que no

pudo haber sido formado por modificaciones pequeñas, numerosas y sucesivas, mi teoría se destruiría por completo; pero no puedo encontrar ningún caso de esta clase.

Indudablemente existen muchos órganos cuyos grados de transición conocemos, sobre todo si consideramos las especies muy aisladas, alrededor de las cuales ha habido mucha destrucción, o también si tomamos un órgano común a todos los miembros de una clase, pues, en este último caso, el órgano tiene que haberse formado en un período remoto, después del cual se han desarrollado todos los numerosos miembros de la clase y, para descubrir los primeros grados de transición por los que ha pasado el órgano, tendríamos que buscar formas precursoras antiqüísimas, extinguidas desde hace mucho tiempo.

Hemos de ser muy prudentes en llegar a la conclusión de que un órgano no pudo haberse formado por transiciones graduales de ninguna especie. En los animales inferiores se podrían citar numerosos casos de un mismo órgano que a un mismo tiempo realiza funciones completamente distintas; así, en la larva del caballito del diablo y en el pez *Cobites*, el tubo digestivo respira, digiere y excreta. En la *Hydra* puede el animal ser vuelto del revés, y entonces la superficie exterior digerirá y el estómago respirará. En estos casos, la selección natural pudo especializar para una sola función, si de este modo se obtenía alguna ventaja, la totalidad o parte de un órgano que anteriormente habla realizado dos funciones, y entonces, por grados insensibles, pudo cambiar grandemente su naturaleza. Se conocen muchas plantas que producen al mismo tiempo flores diferentemente constituidas, y si estas plantas tuviesen que producir flores de una sola clase, se efectuaría un gran cambio, relativamente brusco, en los caracteres de la especie. Es, sin embargo, probable que las dos clases de flores producidas por la misma planta se fueron diferenciando primitivamente por transiciones muy graduales, que todavía pueden seguirse en algunos casos.

Además, dos órganos distintos, o el mismo órgano con dos formas diferentes, pueden realizar simultáneamente en el mismo individuo la misma función, y éste es un modo de transición importantísimo. Pongamos un ejemplo: hay peces que mediante agallas o branquias respiran el aire disuelto en el agua, al mismo tiempo que respiran el aire libre en su vejiga natatoria, por estar dividido este órgano por tabiques sumamente vascularizados y tener un conducto neumático para la en-

trada del aire. Pongamos otro ejemplo tomado del reino vegetal: las plantas trepan de tres modos diferentes, enroscándose en espiral, cogiéndose a un soporte con los zarcillos sensitivos y mediante la emisión de raicitas aéreas. Estos tres modos se encuentran de ordinario en grupos distintos; pero algunas especies presentan dos de estos modos, y aun los tres, combinados en el mismo individuo. En todos estos casos, uno de los dos pudo modificarse y perfeccionarse rápidamente hasta realizar toda la labor, siendo ayudado por el otro órgano, durante el proceso de la modificación, y entonces este otro órgano pudo modificarse para otro fin completamente distinto o atrofiarse por completo.

El ejemplo de la vejiga natatoria de los peces es bueno, porque nos muestra claramente el hecho importantísimo de que un órgano construido primitivamente para un fin (la flotación) puede convertirse en un órgano para un fin completamente diferente (la respiración). La vejiga natatoria, además, se ha transformado como un accesorio de los órganos auditivos de ciertos peces. Todos los fisiólogos admiten que la vejiga natatoria es homóloga, o «idealmente semejante» en posición y estructura, de los pulmones de los animales vertebrados superiores; por consiguiente, no hay razón para dudar que la vejiga natatoria se ha convertido positivamente en pulmones, o sea, en un órgano utilizado exclusivamente por la respiración.

De acuerdo con esta opinión, puede inferirse que todos los animales vertebrados con verdaderos pulmones descienden por generación ordinaria de un antiguo prototipo desconocido que estaba provisto de un aparato de flotación o vejiga natatoria. Así podemos comprender, según deduzco de la interesante descripción que Owen ha dado de estos órganos, el hecho extraño de que toda partícula de comida o bebida que tragamos tenga que pasar por encima del orificio de la tráquea con algún peligro de caer en los pulmones, a pesar del precioso mecanismo mediante el cual se cierra la glotis. En los vertebrados superiores, las branquias han desaparecido por completo; pero en el embrión, las hendeduras a los lados del cuello y el recorrido, a modo de asa, de las arterias, señala todavía su posición primitiva. Pero se concibe que las branquias, en la actualidad perdidas por completo, pudieron ser gradualmente modificadas para algún fin distinto por la selección natural; por ejemplo, Landois ha demostrado que las alas de los insectos provienen de las tráqueas, y es, por consiguiente, muy probable que,

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

en esta extensa clase, órganos que sirvieron en un tiempo para la respiración, se hayan convertido realmente en órganos de vuelo.

Al considerar las transiciones entre los órganos, es tan importante tener presente la posibilidad de conversión de una función en otra, que citaré otro ejemplo. Los cirrípedos pedunculados tienen dos pequeños pliegues de tegumento, que yo he llamado *frenos ovígeros*, los cuales, mediante una secreción pegajosa, sirven para retener los huevos dentro del manto hasta la eclosión. Estos cirrípedos no tienen branquias: toda la superficie del cuerpo y del manto, junto con los pequeños frenos, sirve para la respiración. Los balánidos o cirrípedos sesiles, por el contrario, no tienen frenos ovígeros, quedando los huevos sueltos en el fondo del manto, dentro de la bien cerrada concha; pero, en la misma posición relativa que los frenos, tienen membranas grandes y muy plegadas, que comunican libremente con las lagunas circulatorias del manto y cuerpo, y que todos los naturalistas han considerado que funcionan como branquias. Ahora bien: creo que nadie discutirá que los frenos ovígeros en una familia son rigurosamente homólogos de las branquias en la otra; realmente existen todas las gradaciones entre ambos órganos. Por consiguiente, no hay que dudar que los dos pequeños pliegues de tegumento que primitivamente sirvieron de frenos ovígeros, pero que ayudaban también muy débilmente al acto de la respiración, se han convertido poco a poco en branquias por selección natural, simplemente por aumento de tamaño y atrofia de sus glándulas adhesivas. Si todos los cirrípedos pedunculados se hubiesen extinguido -y han experimentado una extinción mucho mayor que los cirrípedos sesiles- ¿quién hubiera imaginado siquiera que las branquias de esta última familia hubiesen existido primitivamente como órganos para evitar que los huevos fuesen arrastrados por el agua fuera del manto?

Existe otro modo posible de transición, o sea, por la aceleración o retardo del período de reproducción, sobre lo cual han insistido últimamente el profesor Cope y otros en los Estados Unidos. Se sabe hoy día que algunos animales son capaces de reproducirse a una edad muy temprana, antes de que hayan adquirido sus caracteres perfectos, y, si esta facultad llegase a desarrollarse por completo en una especie, parece probable que, más pronto o más tarde, desaparecería el estado adulto, y en este caso, especialmente si la larva difiere mucho de la forma

adulta, los caracteres de la especie cambiarían y se degradarían considerablemente. Además, no pocos animales, después de haber llegado a la edad de la madurez sexual, continúan modificando sus caracteres casi durante toda su vida. En los mamíferos, por ejemplo, la forma del cráneo frecuentemente se altera mucho con la edad, de lo que el doctor Murie ha citado algunos notables ejemplos en las focas; todos sabemos que las cuernas de los ciervos se ramifican cada vez más y las plumas de algunas aves se desarrollan más hermosamente a medida que estos animales se vuelven más viejos. El profesor Cope afirma que los dientes de ciertos saurios cambian mucho de forma con los años; en los crustáceos, según ha descrito Fritz Müller, no sólo muchas partes insignificantes, sino también algunas de importancia, toman caracteres nuevos después de la madurez sexual. En todos estos casos -y podrían citarse muchos-, si la edad de la reproducción se retardase, los caracteres de la especie, por lo menos en estado adulto, se modificarían, y también es probable que estados anteriores y primeros de desarrollo se precipitasen y, finalmente, se perdiesen. No puedo formar opinión acerca de si las especies se han modificado con frecuencia -si es que lo han hecho alguna vez- por este modo de transición relativamente súbito; pero, si esto ha ocurrido, es probable que las diferencias entre el joven y el adulto y entre el adulto y el viejo fueron primitivamente adquiridas por grados.

DIFICULTADES ESPECIALES DE LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL

Aun cuando hemos de ser muy prudentes en admitir que un órgano no pudo haberse producido por grados pequeños y sucesivos de transición, sin embargo, es indudable que ocurren casos de grave dificultad. Uno de los más graves es el de los insectos neutros, que, con frecuencia, son de conformación diferente que las hembras fecundas y que los machos; pero este caso se tratará en el capítulo próximo.

Los órganos eléctricos de los peces nos ofrecen otro caso de especial dificultad, pues no es posible concebir por qué grados se han producido estos maravillosos órganos; pero esto no es sorprendente, pues ni siquiera conocemos cuál sea su uso. En el *Gymnotus* y en el *Torpedo*,

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

indudablemente sirven como medios poderosos de defensa, y quizás para asegurar sus presas; pero en la raya, según ha señalado Mateucci, un órgano análogo en la cola manifiesta muy poca electricidad, aun cuando el animal esté muy irritado; tan poca, que apenas puede ser de utilidad alguna para los fines antedichos. Es más, en la raya, aparte del órgano a que nos acabamos de referir, existe, como ha demostrado el doctor R. M'Donnell, otro órgano cerca de la cabeza que no se sabe que sea eléctrico, pero que parece ser el verdadero homólogo de la batería eléctrica del *Torpedo*. Se admite generalmente que entre estos órganos y los músculos ordinarios existe una estrecha analogía en la estructura íntima, en la distribución de los nervios y en la acción que sobre ellos ejercen diferentes reactivos. Hay también que observar especialmente que la contracción muscular va acompañada de una descarga eléctrica, y, como afirma el doctor Radcliffe, «en el aparato eléctrico del torpedo, durante el reposo, parece que hay una carga igual por todos conceptos a la que se encuentra en el músculo y nervio durante el reposo, y la descarga del torpedo, en lugar de ser peculiar, puede ser solamente otra forma de la descarga que depende de la acción del músculo y del nervio motor». No podemos actualmente pasar de aquí en el camino de la explicación; pero, como sabemos tan poco acerca del uso de estos órganos y no sabemos nada sobre las costumbres y conformación de los antepasados de los peces eléctricos vivos, sería muy temerario sostener que no son posibles transiciones útiles mediante las cuales estos órganos pudieran haberse desarrollado gradualmente.

Estos órganos parecen al pronto ofrecer otra dificultad muchísimo más grave, pues se presentan como en una docena de especies de peces, algunos de los cuales son de afinidades muy remotas. Cuando el mismo órgano se encuentra en diferentes miembros de un mismo grupo, especialmente si tienen costumbres muy diferentes, podemos en general atribuir su presencia a herencia de un antepasado común, y su ausencia en algunos de los miembros a pérdida por desuso o selección natural. De manera que, si los órganos eléctricos hubiesen sido heredados de algún remoto antepasado, podríamos haber esperado que todos los peces eléctricos fuesen muy afines entre sí, lo cual está muy lejos de ocurrir. Tampoco la geología nos lleva, en modo alguno, a creer que la mayor parte de los peces poseyeran en otro tiempo

órganos eléctricos que hayan perdido sus descendientes modificados. Pero cuando examinamos más de cerca la cuestión, vemos que en los distintos peces provistos de órganos eléctricos están éstos situados en partes diferentes del cuerpo y que difieren en su estructura, así como también en la disposición de las placas y, según Pacini, en el procedimiento o medio de producir la electricidad y, finalmente, en estar provistos de nervios que proceden de diferentes orígenes, siendo ésta quizás la más importante de todas las diferencias. De aquí que los órganos eléctricos de los diferentes peces no pueden considerarse como homólogos, sino sólo como análogos en su función. Por consiguiente, no hay razón para suponer que hayan sido heredados de su antepasado común, pues si hubiese sido así, se hubieran parecido mucho por todos conceptos. Así, pues, se desvanece la dificultad de que un órgano, en apariencia el mismo, se origine en diferentes especies remotamente afines, quedando sólo la dificultad menor, aunque todavía grande, de por qué gradación insensible se han desarrollado estos órganos en cada uno de los distintos grupos de peces.

Los órganos luminosos que se presentan en algunos insectos de familias muy distintas, y que están situados en diferentes partes del cuerpo, ofrecen, en nuestro estado actual de ignorancia, una dificultad casi exactamente paralela a la de los órganos eléctricos. Podrían citarse otros casos semejantes; por ejemplo, en las plantas, la curiosísima disposición de una masa de granos de polen llevados por un pedúnculo con una glándula adhesiva, es evidentemente la misma en *Orchis* y *Asclepias*, géneros casi los más distantes posible dentro de las fanerógamas; pero tampoco aquí son homólogos órganos. En todos los casos de seres muy separados en la escala de la organización que tienen órganos peculiares semejantes, se encontrará que, a pesar de que el aspecto general y la función de los órganos pueden ser iguales, sin embargo, pueden siempre descubrirse diferencias fundamentales entre ellos. Por ejemplo: los ojos de los cefalópodos y los de los vertebrados parecen portentosamente semejantes, y en estos grupos tan distantes nada de esta semejanza puede ser debido a herencia de un antepasado común. Míster Mivart ha presentado éste como un caso de especial dificultad; pero yo no sé ver la fuerza de su argumento. Un órgano de visión tiene que estar formado de tejido transparente y tiene que comprender alguna clase de lente para formar una imagen en el fondo de una cá-

mara obscura. Aparte del parecido superficial, apenas hay semejanza alguna real entre los ojos de los cefalópodos y los de los vertebrados, como puede verse consultando la admirable memoria de Hensen acerca de estos órganos en los cefalópodos. Me es imposible entrar aquí en detalles; pero puedo, sin embargo, indicar algunos de los puntos en que difieren. El cristalino, en los cefalópodos superiores, consta de dos partes, colocadas una tras otra, como dos lentes, teniendo ambas disposición y estructura muy diferentes de las que se encuentran en los vertebrados. La retina es completamente diferente, con una verdadera inversión de los elementos y con un ganglio nervioso grande encerrado dentro de las membranas del ojo, Las relaciones de los músculos son lo más diferentes que pueda imaginarse, y así en los demás puntos. Por consiguiente, no es pequeña dificultad los el decidir hasta qué punto deban emplearse los mismos términos al describir los ojos de los cefalópodos y los de los vertebrados. Cada cual, naturalmente, es libre de negar que el ojo pudo haberse desarrollado en uno y otro caso por selección natural de ligeras variaciones sucesivas; pero, si se admite esto para un caso, es evidentemente posible en el otro, y, de acuerdo con esta opinión acerca de su modo de formación, se podían haber previsto ya diferencias fundamentales de estructura entre los órganos visuales de ambos grupos. Así como algunas veces dos hombres han llegado independientemente al mismo invento, así también, en los diferentes casos precedentes, parece que la selección natural, trabajando por el bien de cada ser y sacando ventaja de todas las variaciones favorables, ha producido, en seres orgánicos distintos, órganos semejantes, por lo que se refiere a la función, los cuales no deben nada de su estructura común a la herencia de un común antepasado.

Fritz Müller, con objeto de comprobar las conclusiones a que se llega en este libro, ha seguido con mucha diligencia un razonamiento casi análogo. Diferentes familias de crustáceos comprenden un corto número de especies que poseen un aparato de respiración aérea y están conformadas para vivir fuera del agua. En dos de estas familias, que fueron estudiadas más especialmente por Müller y que son muy afines entre sí, las especies se asemejan mucho en todos los caracteres importantes, o sea, en los órganos de los sentidos, en el aparato circulatorio, en la posición de los grupos de pelos en el interior de su complicado estómago y, finalmente, en toda la estructura de las branquias mediante

las que respiran en el agua, incluso en los microscópicos garfios, mediante los cuales se limpian. Por consiguiente, se podía esperar que, en el corto número de especies de ambas familias, que viven en tierra, los aparatos igualmente importantes de respiración aérea tendrían que ser iguales; pues ¿por qué estos aparatos destinados al mismo fin tendrían que haber sido hechos diferentes, mientras que todos los otros órganos importantes son muy semejantes o casi idénticos?

Fritz Müller sostiene que esta estrecha semejanza en tantos puntos de estructura tiene que explicarse, de conformidad con las opiniones expuestas por mí, por herencia de un antepasado común; pero como la inmensa mayoría de las especies de las dos familias anteriores, como la mayor parte de los otros crustáceos, son de costumbres acuáticas, es sumamente improbable que su antepasado común haya estado adaptado a respirar en el aire. Müller fue así llevado a examinar cuidadosamente el aparato respiratorio en las especies de respiración aérea, y encontró que difiere en cada una en varios puntos importantes, como la posición de los orificios, el modo como se abren y se cierran y en algunos detalles accesorios. Ahora bien; estas diferencias se explican, y hasta podían esperarse, en la suposición de que especies pertenecientes a familias distintas se hubieran ido adaptando lentamente a vivir cada vez más fuera del agua y a respirar el aire; pues estas especies, por pertenecer a familias distintas, habrían sido, hasta cierto punto, diferentes, y -según el principio de que la naturaleza de cada variación depende de dos factores, a saber: la naturaleza del organismo y la de las condiciones ambientes- su modo de variar, con seguridad, no habría sido exactamente el mismo. Por consiguiente, la selección natural habría tenido materiales o variaciones diferentes con que trabajar para llegar al mismo resultado funcional, y las conformaciones de este modo adquiridas tendrían, casi necesariamente, que ser diferentes. En la hipótesis de actos separados de creación, toda la cuestión permanece ininteligible. Este razonamiento parece haber sido de gran peso para llevar a Fritz Müller a aceptar las opiniones sostenidas por mí en este libro.

Otro distinguido zoólogo, el difunto profesor Claparède, ha razonado de igual modo y ha llegado al mismo resultado. Demuestra que existen ácaros parásitos, pertenecientes a subfamilias y familias distintas, que están provistos de órganos para agarrarse al pelo. Estos

órganos tienen que haberse desarrollado independientemente, pues no pudieron haber sido heredados de un antepasado común, y, en los diferentes grupos, están formados por modificación de las patas anteriores, de las patas posteriores, de las maxilas o labios y de apéndices del lado ventral de la parte posterior del cuerpo.

En los casos precedentes vemos, en seres nada o remotamente afines, conseguido el mismo fin y ejecutada la misma función por órganos muy semejantes por su apariencia, aunque no por su desarrollo. Por otra parte, es una regla general en toda la naturaleza que el mismo fin se consiga, aun a veces en el caso de seres muy afines, por medios los más diversos. ¡Qué diferencia de construcción entre el ala con plumas de un ave y el ala cubierta de membrana de un murciélago, y todavía más entre las cuatro alas de una mariposa, las dos de una mosca y las dos alas con élitros de un coleóptero! Las conchas bivalvas están hechas para abrir y cerrar; pero, ¡cuantísimos modelos existen en la construcción de la charnela, desde la larga fila de dientes que engranan primorosamente en una *Nucula* hasta el simple ligamento de un mejillón! Las simientes se diseminan por su pequeñez; por estar su cápsula convertida en una ligera cubierta, como un globo; por estar envueltas en una pulpa o carne, formada por partes las más diversas, y hecha nutritiva y coloreada además de modo llamativo, de suerte que atraiga y sea comida por las aves; por tener ganchos y garfios de muchas clases y aristas dentadas, con que se adhieran al pelo de los cuadrúpedos, y por estar provistas de alas y penachos tan diferentes en forma como elegantes en estructura, de modo que las arrastre la menor brisa. Daré otro ejemplo, pues esta cuestión de que el mismo fin se obtenga por los más diversos medios es bien digna de atención. Algunos autores sostienen que los seres orgánicos han sido formados de muchas maneras, simplemente por variar, casi como los la juguetes en una tienda; pero tal concepción de la naturaleza es inadmisibles. En las plantas que tienen los sexos separados y en aquellas que, aun siendo hermafroditas, el polen no cae espontáneamente sobre el estigma, es necesaria alguna ayuda para su fecundación. En distintas clases esto se efectúa porque los granos de polen, que son ligeros e incoherentes, son arrastrados por el viento, por pura casualidad, al estigma, y éste es el medio más sencillo, que puede concebirse. Un medio casi tan sencillo, aunque muy diferente, se presenta en muchas plantas, en las que una flor simétrica

segrega algunas gotas de néctar, por lo cual es visitada por los insectos, y éstos transportan el polen de las anteras al estigma.

Partiendo de este estado tan sencillo, podemos pasar por un interminable número de disposiciones, todas con el mismo objeto y realizadas fundamentalmente de la misma manera, pero que ocasionan cambios en todas las partes de la flor. El néctar puede acumularse en receptáculos de diversa forma, con los estambres y pistilos modificados de muchas maneras, formando a veces mecanismos como trampas y siendo a veces capaces, por irritabilidad o elasticidad, de movimientos primorosamente adaptados. Desde estas estructuras, podemos avanzar hasta llegar a un caso de adaptación tan extraordinario como el descrito últimamente por el doctor Crüger en el *Coryanthes*. Esta orquídea tiene parte de su labelo o labio inferior excavado, formando un gran cubo, en el cual caen continuamente gotas de agua casi pura, procedente de dos cuernecillos secretores que están encima de él, y cuando el cubo está medio lleno de agua se derrama por un conducto lateral. La base del labelo queda encima del cubo, y está a su vez excavada, formando una especie de cámara con dos entradas laterales, y dentro de esta cámara hay unos curiosos pliegues carnosos. El hombre más astuto, si no hubiese sido testigo de lo que ocurre, no podría nunca haber imaginado para qué sirven todas estas partes; pero el doctor Crüger vio multitud de abejorros que visitaban las gigantescas flores de esta orquídea, no para chupar néctar, sino para morder los pliegues de la cámara de encima del cubo; al hacer esto, muchas veces se empujan unos a otros y caen en el agua, y como sus alas quedan así mojadas, no pueden escapar volando, y se ven obligados a salir arrastrándose por el paso que forma el canal o aliviadero. El doctor Crüger vio una procesión continua de abejorros que salían, arrastrándose así, de su involuntario baño. El paso es estrecho y está cubierto superiormente por la columna, de modo que un abejorro, al abrirse camino, frota su dorso, primero con el estigma, que es viscoso, y después con las glándulas viscosas de las masas polínicas. Las masas polínicas se pegan así al dorso del abejorro, que casualmente fue el primero en salir arrastrándose por el conducto de una flor recién abierta, y de este modo son transportadas. El doctor Crüger me mandó, en alcohol, una flor con un abejorro, que mató antes de que hubiese acabado de salir, con una masa polínica todavía pegada en el dorso. Cuando el abejorro

así provisto vuela a otra flor, o de nuevo a la misma por segunda vez, y es empujado por sus compañeros al cubo y sale arrastrándose por el conducto, la masa de polen necesariamente se pone primero en contacto con el estigma, que es viscoso, y se adhiere a él, y la flor queda fecundada. Por fin, vemos toda la utilidad de cada parte de la flor, de los cuernecillos que segregan agua, del cubo medio lleno de agua, que impide que los abejorros se escapen volando, y les obliga a salir arrastrándose por el canal y a frotarse con las masas de polen viscosas y el estigma viscoso, tan oportunamente situados.

La estructura de la flor en otra orquídea muy próxima, el *Catasetum*, es muy diferente, aunque sirve para el mismo fin, y es igualmente curiosa. Los himenópteros visitan sus flores, como las de *Coryanthes*, para morder su labelo; al hacer esto, tocan inevitablemente un saliente largo, afilado y sensible, o *antena*, como lo he denominado. Esta antena, al ser tocada, transmite una sensación o vibración a cierta membrana, que se rompe instantáneamente; esto suelta un resorte, mediante el cual la masa de polen es lanzada en línea recta como una flecha, y se pega por su extremidad, que es viscosa, el dorso del himenóptero. Las masas de polen de la planta masculina -pues los sexos están separados de esta orquídea- son transportadas de este modo a la planta femenina, donde se ponen en contacto con el estigma, que es lo bastante viscoso para romper unos hilos elásticos, y, reteniendo el polen, se efectúa la fecundación.

Se puede preguntar cómo podemos explicar en el ejemplo precedente, y en otros innumerables, la escala gradual de complicación y los múltiples medios para alcanzar el mismo fin. La respuesta indudablemente es, como antes se ha indicado, que cuando varían dos formas que difieren ya entre sí en algún grado, la variación no será exactamente de la misma naturaleza, y, por consiguiente, los resultados obtenidos por selección natural para el mismo objeto general no serán los mismos. Hemos de tener además presente que todo organismo muy desarrollado ha pasado por muchos cambios y que toda conformación modificada tiende a ser heredada, de manera que cada modificación no se perderá en seguida por completo, sino que puede modificarse todavía más y más. Por consiguiente, la conformación de cada parte de una especie, cualquiera que sea el objeto para que pueda servir, es la suma de muchos cambios heredados, por los que ha pasado la especie

durante sus adaptaciones sucesivas al cambio de costumbres y condiciones de vida.

Finalmente, pues, aunque en muchos casos es difícilísimo aún el conjeturar por qué transiciones han llegado los órganos a su estado presente; sin embargo, considerando el pequeño número de formas vivientes y conocidas en comparación con el de las formas extinguidas y desconocidas, me he asombrado de lo raro que es el poder citar un órgano para el cual no se conozca algún grado de transición. Ciertamente es una verdad que rara vez, o nunca, se presentan en un ser viviente órganos nuevos que parezcan como creados para un fin especial, según enseña también la vieja y algo exagerada regla de Historia Natural, de *Natura non facit saltum*. La encontramos admitida en los escritos de casi todos los naturalistas experimentados, o, como Milne Edwards lo ha expresado muy bien, la Naturaleza es pródiga en variedad, pero tacaña en innovación. Según la teoría de la creación, ¿por qué ha de haber tanta variedad y tan poca verdadera novedad? Suponiendo que todas las partes y órganos de tantos seres independientes hayan sido creados separadamente para su propio lugar en la Naturaleza, ¿por qué han de estar con tanta frecuencia enlazados entre sí por series de gradaciones? ¿Por qué la Naturaleza no ha dado un salto brusco de conformación a conformación? Según la teoría de la selección natural, podemos comprender claramente por qué no lo hace, pues la selección natural obra solamente aprovechando pequeñas variaciones sucesivas; no puede dar nunca un gran salto brusco, sino que tiene que adelantar por pasos pequeños y seguros, aunque sean lentos.

INFLUENCIA DE LA SELECCIÓN NATURAL EN ÓRGANOS AL PARECER DE POCA IMPORTANCIA

Como la selección natural obra mediante la vida y la muerte - mediante la supervivencia de los individuos más adecuados y la destrucción de los menos adecuados-, he encontrado algunas veces gran dificultad en comprender el origen o formación de partes de poca importancia; dificultad casi tan grande, aunque de naturaleza muy diferente, como la que existe en el caso de los órganos más perfectos y complejos.

En primer lugar, nuestra ignorancia por lo que toca al conjunto de

la economía de cualquier ser orgánico es demasiado grande para decir qué modificaciones pequeñas serán de importancia y cuáles no. En un capítulo anterior he dado ejemplos de caracteres insignificantes -como el vello de los frutos y el color de su carne, el color de la piel y pelo de los mamíferos- sobre los cuales, bien por estar relacionados con diferencias constitucionales, bien por determinar el ataque de los insectos, podía seguramente haber obrado la selección natural. La cola de la jirafa parece como un mosqueador construido artificialmente, y, a primera vista, parece increíble que pueda haberse adaptado a su objeto actual por pequeñas modificaciones sucesivas, cada vez más adecuadas para un objeto tan trivial como el de ahuyentar las moscas; sin embargo, tenemos que detenernos antes de ser demasiado categóricos, aun en este caso, pues sabemos que la distribución y existencia del ganado vacuno y otros animales en América del Sur depende en absoluto de su facultad de resistir los ataques de los insectos, de modo que, los individuos que de algún modo pudiesen defenderse de estos pequeños enemigos, serían capaces de ocupar nuevos pastos y de conseguir de este modo una gran ventaja. No es que los grandes cuadrúpedos sean positivamente destruidos -excepto en algunos raros casos- por moscas, pero se ven de continuo atormentados, y su fuerza disminuye de manera que están más sujetos a enfermedades, o no son tan capaces de buscar alimento en cuanto venga un tiempo de escasez, o de escapar de los ataques de los carnívoros.

Órganos hoy de escasa importancia han sido, probablemente, en algunos casos, de importancia suma a un antepasado remoto, y, después de haberse perfeccionado lentamente en un período anterior, se han transmitido a las especies actuales, casi en el mismo estado, aunque sean ahora de poquísimo uso; pero cualquier modificación en su estructura realmente perjudicial habría sido, sin duda, impedida por selección natural. De este modo, viendo la importancia que tiene la cola como órgano de locomoción en la mayor parte de los animales acuáticos, puede quizás explicarse su presencia general y su uso para muchos fines en tantos animales terrestres que, con sus pulmones o vejigas natatorias modificadas, denuncian su origen acuático. Habiéndose formado en un animal acuático una cola bien desarrollada, pudo ésta después llegar a ser modificada para toda clase de usos, como un mosqueador, un órgano de prensión, o como ayuda para volverse, se-

gún ocurre en el caso del perro, aun cuando la ayuda en este último caso ha de ser muy pequeña, pues la liebre, que apenas tiene cola, puede dar vuelta aún más de prisa.

En segundo lugar, podemos equivocarnos con facilidad al atribuir importancia a los caracteres y al creer que se han desarrollado por selección natural. En modo alguno tenemos que perder de vista los efectos de la acción definida del cambio de las condiciones de vida; los de las llamadas variaciones espontáneas, que parecen depender de modo muy secundario de la naturaleza de las condiciones; los de la tendencia a reversión a caracteres perdidos desde hace mucho tiempo; los de las complejas leyes de crecimiento, como las de correlación, compensación, presión de una parte sobre otra, etc., y, finalmente, los de la selección sexual, por la cual muchas veces se consiguen caracteres de utilidad para un sexo, que después son transmitidas más o menos perfectamente al otro, aun cuando no sean de utilidad para éste. Y de las conformaciones obtenidas de este modo, aun cuando al pronto no sean ventajosas para una especie, pueden después haber sacado ventaja sus descendientes modificados en nuevas condiciones de vida y con costumbres nuevamente adquiridas.

Si sólo hubiesen existido los pájaros carpinteros verdes y no hubiésemos sabido que había muchas especies negras y de varios colores, me atrevo a decir que hubiéramos creído que el color verde era una hermosa adaptación para ocultar de sus enemigos estas aves que viven en los árboles, y, en consecuencia, que era éste un carácter de importancia que había sido adquirido mediante selección natural, siendo así que el color probablemente es debido en su mayor parte a selección sexual. Una palmera rastrera, en el Archipiélago Malayo, trepa a los más altos árboles con ayuda de garfios primorosamente contruidos, agrupados en la extremidad de las ramas, y esta disposición es indudablemente de suma utilidad para la planta; pero, como vemos garfios casi iguales en muchos árboles que no son trepadores y que -según tenemos motivo para creer, por la distribución de las especies espinosas en África y América del Sur- sirven como defensa contra los cuadrúpedos ramañadores, también los garfios de la palmera pueden al principio haberse desarrollado para este objeto, y después haberse perfeccionado y haber sacado provecho de ellos la planta, cuando ésta experimentó nuevas modificaciones y se hizo trepadora. Se considera generalmente

la piel desnuda de la cabeza del buitre como una adaptación directa para revolver en la podredumbre, y puede ser que sea así, o quizá puede ser debida a la acción directa de las sustancias en putrefacción; pero hemos de ser muy prudentes en llegar a esta conclusión, cuando vemos que la piel de la cabeza del pavo macho, que se alimenta muy pulcramente, es también desnuda. Se han señalado las suturas del cráneo de los mamíferos jóvenes como una hermosa adaptación para ayudar al parto, e indudablemente lo facilitan o pueden ser indispensables en este acto; pero como las suturas se presentan en los cráneos de las aves y reptiles jóvenes, que no tienen más que salir de un huevo que se rompe, hemos de inferir que esta estructura se ha originado en virtud de las leyes de crecimiento, y se ha sacado provecho de ella en el parto de los animales superiores.

Ignoramos por completo la causa de las pequeñas variaciones o diferencias individuales, y nos damos inmediatamente cuenta de ello reflexionando sobre las diferencias entre las razas de animales domésticos en diferentes países, especialmente en los menos civilizados, donde ha habido poca selección metódica. Los animales que tienen los salvajes en diferentes países han de luchar con frecuencia por su propio sustento, y están sometidos, hasta cierto punto, a selección natural, e individuos de constitución un poco diferente tienen que prosperar más en climas diversos. En el ganado vacuno, la susceptibilidad a los ataques de las moscas es correlativa del color, como lo es el riesgo de envenenarse con ciertas plantas, de manera que hasta el color estaría de este modo sujeto a la acción de la selección natural. Algunos observadores están convencidos de que un clima húmedo influye en el crecimiento del pelo y de que los cuernos son correlativos del pelo. Las razas de montaña siempre difieren de las razas del llano, y un país montañoso probablemente influiría en los miembros posteriores, por obligarles a mayor ejercicio y, quizás, hasta en la forma de la pelvis; y entonces, por la ley de variación homóloga, los miembros anteriores y la cabeza experimentarían probablemente la influencia. La forma de la pelvis podría, además, influir por presión en la forma de ciertas partes del feto en el útero. La respiración fatigosa, necesaria en las regiones elevadas, tiende, según tenemos motivo fundado para creerlo, a aumentar el tamaño del pecho, y de nuevo entraría en juego la correlación. Los efectos, en todo el organismo, de la disminución

del ejercicio, junto con la comida abundante, son probablemente aún más importantes, y esto, como H. von Nathusius ha demostrado recientemente en su excelente tratado, es evidentemente una de las causas principales en las grandes modificaciones que han experimentado las razas de cerdos. Pero nuestra ignorancia es demasiado grande para discutir la importancia relativa de las diversas causas conocidas y desconocidas de variación, y he hecho estas observaciones para mostrar que, si somos incapaces de explicar las diferencias características de las diversas razas domésticas que, sin embargo, se admite que se han originado por generación ordinaria a partir de uno o de un corto número de troncos primitivos, no debemos dar demasiada importancia a nuestra ignorancia de la causa precisa de las pequeñas diferencias análogas entre las especies verdaderas.

DOCTRINA UTILITARIA, HASTA QUÉ PUNTO ES VERDADERA; BELLEZA, CÓMO SE ADQUIERE

Las observaciones precedentes me llevan a decir algunas palabras acerca de la reciente protesta de varios naturalistas contra la doctrina utilitaria, según la cual, cada detalle de conformación ha sido producido para bien de su poseedor. Creen estos naturalistas que muchas conformaciones han sido creadas con un fin de belleza, para deleite del hombre o del Creador -aunque este último punto está fuera del alcance de la discusión científica-, o simplemente por variedad, opinión ésta ya discutida. Estas doctrinas, si fuesen verdaderas, serían en absoluto funestas para mi teoría. Admito, por completo, que muchas estructuras no son actualmente de utilidad directa a sus poseedores, y pueden no haber sido nunca de utilidad alguna a sus antepasados; pero esto no prueba que fueron formadas únicamente por belleza o variedad. Es indudable que la acción definida del cambio de condiciones y las diversas causas de modificación últimamente señaladas han producido algún efecto, y probablemente grande, con independencia de cualquier ventaja en estos casos adquirida. Pero una consideración aun más importante es que la parte principal de la organización de todo ser viviente es debida a la herencia y, por consiguiente, aunque cada ser seguramente está bien adecuado a su lugar en la naturaleza, muchas estructuras no tienen relación directa y estrecha con las cos-

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

tumbres actuales. Así, difícilmente podemos creer que las patas palmeadas del ganso de tierra o del rabihorcado sean de utilidad especial a estos animales; no podemos creer que los huesos semejantes en el brazo del mono, en la pata anterior del caballo, en el ala del murciélago, en la aleta de la foca, sean de utilidad especial a estos animales. Podemos atribuir con seguridad estas estructuras a herencia. Pero las patas palmeadas, indudablemente, fueron tan útiles a los antepasados del ganso de tierra y del rabihorcado, como lo son en la actualidad a las aves vivientes más acuáticas. Así podemos creer que el antepasado de la foca no poseyó aletas, sino patas con cinco dedos adecuados para andar o coger, y podemos además aventurarnos a creer que los diversos huesos en las extremidades del mono, caballo y murciélago se desarrollaron primitivamente, según el principio de utilidad, probablemente por reducción de huesos, más numerosos en la aleta de algún remoto antepasado, común a toda la clase, semejante a un pez. Casi no es posible decidir qué parte debe asignarse a causas de cambio tales como la acción definida de las condiciones externas, las llamadas variaciones espontáneas y las complejas leyes de crecimiento; pero, hechas estas importantes excepciones, podemos llegar a la conclusión de que la estructura de todos los seres vivientes es actualmente, o fue en otro tiempo, de alguna utilidad, directa o indirecta, a su poseedor. En cuanto a la opinión de que los seres orgánicos han sido creados hermosos para deleite del hombre -opinión que, como se ha dicho, es ruinosa para toda mi teoría-, puedo hacer observar, en primer lugar, que el sentido de belleza es evidente que depende de la naturaleza de la mente, con independencia de toda cualidad real en el objeto admirado, y que la idea de qué es hermoso no es innata o invariable. Vemos esto, por ejemplo, en que los hombres de las diversas razas admiran un tipo de belleza por completo diferente en sus mujeres. Si los objetos bellos hubiesen sido creados únicamente para satisfacción del hombre, sería necesario demostrar que, antes de la aparición del hombre, había menos belleza sobre la tierra que después que aquél entró en la escena. Las hermosas conchas de los géneros *Voluta* y *Conus* de la época eocena y los amonites, tan elegantemente esculpidos, del período secundario, ¿fueron creados para que el hombre pudiese admirarlos edades después en su gabinete? Pocos objetos hay más hermosos que los pequeños caparzones silíceos de las diatomeas; ¿fueron creadas éstas para que pudiesen

ser examinadas y admiradas con los mayores aumentos del microscopio? La belleza, en este último caso y en otros muchos, parece debida por completo a la simetría de crecimiento. Las flores se cuentan entre las más hermosas producciones de la Naturaleza; pero las flores se han vuelto visibles formando contraste con las hojas verdes y, por consiguiente, hermosas al mismo tiempo, de modo que puedan ser observadas fácilmente por los insectos. He llegado a esta conclusión porque he encontrado como regla invariable que, cuando una flor es fecundada por el viento, no tiene nunca una corola de color llamativo. Diferentes plantas producen habitualmente flores de dos clases: unas abiertas, de color, de manera que atraigan los insectos, y las otras cerradas, no coloreadas, desprovistas de néctar y que nunca visitan los insectos. Por consiguiente, podemos llegar a la conclusión de que, si los insectos no se hubiesen desarrollado sobre la tierra, nuestras plantas no se habrían cubierto de hermosas flores, y habrían producido solamente pobres flores, como las que vemos en el abeto, roble, nogal y fresno, y en las gramíneas, espinacas, acederas y ortigas, que son fecundos todos por la acción del viento. Un razonamiento semejante puede aplicarse a los frutos: todo el mundo admitirá que una fresa o cereza madura es tan agradable a la vista como al paladar, que el fruto tan llamativamente coloreado del evónimo y los rojos frutos del acebo son cosas hermosas; pero esta belleza sirve sólo de guía a las aves y los mamíferos, para que el fruto pueda ser devorado y las semillas diseminadas por los excrementos. Deduzco que es así del hecho de que hasta el presente no he encontrado excepción alguna a la regla de que las semillas son siempre diseminadas de este modo cuando están encerradas en un fruto de cualquier clase -esto es, dentro de una envoltura pulposa o carnosa-, si tiene un color brillante o se hace visible por ser blanco o negro.

Por otra parte, admito gustoso que un gran número de animales machos, lo mismo que todas nuestras aves más vistosas, muchos peces, reptiles y mamíferos y una multitud de mariposas de colores espléndidos, se han vuelto hermosos por el deseo de hermosura; pero esto se ha efectuado por selección sexual, o sea, porque los machos más hermosos han sido continuamente preferidos por las hembras, y no para deleite del hombre. Lo mismo ocurre con el canto de las aves. De todo esto podríamos sacar la conclusión de que un gusto casi igual para los colores hermosos y para los sonidos musicales se extiende a una gran par-

te del reino animal. Cuando la hembra tiene tan hermosa coloración como el macho, lo que no es raro en las aves y mariposas, la causa parece estar en que se han transmitido a los dos sexos los colores adquiridos por selección natural, en lugar de haberse transmitido sólo a los machos. Es una cuestión obscurísima cómo el sentimiento de belleza, en su forma más simple -esto es, el recibir una clase peculiar de placer por ciertos colores, formas y sonidos-, se desarrolló por vez primera en la mente del hombre y de los animales superiores. La misma dificultad se presenta si preguntamos cómo es que ciertos olores y sabores dan gusto y otros desagradan. En todos estos casos parece que la costumbre ha entrado en juego; pero debe haber alguna causa fundamental en la constitución del sistema nervioso, en cada especie.

La selección natural no puede producir ninguna modificación en una especie exclusivamente para provecho de otra, aun cuando en la Naturaleza, incesantemente, unas especies sacan ventaja y se aprovechan de la conformación de otras. Pero la selección natural puede producir, y produce con frecuencia, estructuras, para perjuicio directo de otros animales, como vemos en los dientes de la víbora y en el oviscapto del icneumon, mediante el cual deposita sus huevos en el cuerpo de otros insectos vivos. Si se pudiese probar que una parte cualquiera del organismo de una especie había sido formada para ventaja exclusiva de otra especie, esto destruiría mi teoría, pues esta parte no podría haber sido producida por selección natural. Aun cuando en las obras de Historia Natural se encuentran muchos ejemplos sobre esto, no he podido encontrar ni uno siquiera que me parezca de algún valor. Se admite que la serpiente de cascabel tiene dientes venenosos para su propia defensa y para aniquilar su presa; pero algunos autores suponen que, al mismo tiempo, está provista como de una especie de cascabel, para su propio perjuicio, o sea para avisar a su presa. Yo casi estaría tan dispuesto a creer que el gato, cuando se prepara a saltar, arquea la punta de la cola para avisar al ratón sentenciado a muerte. Es una opinión mucho más probable que la serpiente de cascabel utiliza éste, que la cobra distiende su cuello y que la víbora bufadora se hincha mientras silba tan ruidosa y estridentemente, para espantar a las muchas aves y mamíferos que, como se sabe, atacan aun a las especies más venenosas. Los ofidios obran según el mismo principio que hace que la gallina ahueque sus plumas y abra las alas cuando un perro se acerca a sus po-

lluelos; pero no tengo espacio aquí para extenderme sobre los diversos medios por los que los animales procuran ahuyentar a sus enemigos.

La selección natural no producirá nunca en un ser ninguna conformación, más perjudicial que beneficiosa para él, pues la selección natural obra solamente mediante el bien de cada ser. No se formará ningún órgano, como Paley ha hecho notar, con el fin de causar dolor, o para hacer un perjuicio al ser que lo posee. Si se hace un balance exacto del bien y del mal causado por cada parte, se encontrará que cada una es, en conjunto, ventajosa. Después de pasado algún tiempo, en condiciones de vida nuevas, si alguna parte llega a ser perjudicial, se modificará, y, si no ocurre así, el ser se extinguirá, como millones se han extinguido.

La selección natural tiende sólo a hacer a cada ser orgánico tan perfecto como los otros habitantes de la misma comarca, con los que entra en competencia, o un poco más perfecto que ellos. Y vemos que éste es el tipo de perfección a que se llega en estado natural. Las producciones peculiares de Nueva Zelandia, por ejemplo, son perfectas comparadas entre sí; pero ceden rápidamente ante las legiones invasoras de plantas y animales importados de Europa. La selección natural no producirá perfección absoluta, ni, hasta donde podemos juzgar, nos encontraremos siempre en la naturaleza con este tipo superior. La corrección de la aberración de la luz, dice Müller que no es perfecta ni aun en el ojo humano, este órgano perfectísimo. Helmholtz, cuyos juicios nadie discutirá, después de describir en los términos más expresivos el maravilloso poder del ojo humano, añade estas notables palabras: «Lo que hemos descubierto, por lo que se refiere a inexactitud e imperfección en la máquina óptica y en la imagen sobre la retina, es nada en comparación con las incongruencias con que acabamos de tropezar en el terreno de las sensaciones. Se podría decir que la Naturaleza se ha complacido en acumular contradicciones para quitar todo fundamento a la teoría de la armonía preexistente entre el mundo exterior y el interior». Si nuestra razón nos lleva a admirar con entusiasmo una multitud de inimitables mecanismos en la naturaleza, esta misma razón nos dice -aun cuando fácilmente podemos equivocarnos en ambos casos- que otros mecanismos son menos perfectos. ¿Puede considerarse perfecto el aguijón de la abeja, que, cuando ha sido empleado contra enemigos de algunas clases, no puede ser retirado, debido a los dientes dirigidos

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

hacia atrás, y causa así inevitablemente la muerte del insecto, arrancándole sus vísceras?

Si consideramos el aguijón de la abeja como si hubiere existido en un antepasado remoto en forma de instrumento perforante y serrador, como ocurre en tantos insectos de su extenso orden, y como si después, sin perfeccionarse, se hubiese modificado para su uso actual mediante el veneno -primitivamente adaptado a algún otro objeto, como producir agallas- que después hubiese aumentado, podemos quizá comprender cómo es que el uso del aguijón causa con tanta frecuencia la muerte del propio insecto pues si en conjunto el empleo del aguijón es útil a la comunidad social, el aguijón llenará todos los requisitos de la selección natural, aun cuando pueda ocasionar la muerte de algunos miembros. Si admiramos el olfato, verdaderamente maravilloso, mediante el cual los machos de muchos insectos encuentran a sus hembras, ¿podremos admirar la producción para este solo fin de millares de zánganos, que son enteramente inútiles a la comunidad para cualquier otro objeto, y que son finalmente asesinados por sus industriosas y estériles hermanas? Puede ser difícil; pero tenemos que admirar el odio salvaje instintivo de la abeja reina, que le impulsa a destruir a las reinas nuevas, sus hijas, desde que nacen, o a perecer ella en el combate; y el amor maternal o el odio maternal -aun cuando este último, afortunadamente, es más raro- es todo lo mismo para el inexorable principio de la selección natural. Si admiramos los diferentes ingeniosos mecanismos mediante los que las orquídeas y otras muchas plantas son fecundadas por la acción de los insectos, ¿podremos considerar como igualmente perfecta la producción de densas nubes de polen en nuestros abetos de modo que unos pocos granos pueden ser llevados por el aire casualmente a los óvulos?

RESUMEN: LA LEY DE UNIDAD DE TIPO Y LA DE LAS CONDICIONES DE EXISTENCIA ESTÁN COMPRENDIDAS EN LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL

En este capítulo hemos discutido varias de las dificultades y objeciones que pueden presentarse contra la teoría. Algunas de ellas son graves; pero creo que en la discusión se ha proyectado alguna luz sobre diferentes hechos que son totalmente oscuros dentro de la creencia en

actos independientes de creación. Hemos visto que las especies, en un período dado, no son indefinidamente variables y no están enlazadas entre sí por una multitud de gradaciones intermedias, en parte debido a que el proceso de selección natural es siempre lentísimo y en un tiempo dado obra sólo sobre unas pocas formas, y en parte porque el mismo proceso de selección natural implica la continua suplantación y extinción de gradaciones anteriores intermedias. Especies muy afines, que viven hoy en un territorio continuo, muchas veces hubieron de formarse cuando el territorio no era continuo y cuando las condiciones de vida no variaban de una parte a otra por gradaciones insensibles. Cuando en dos distritos de un territorio continuo se forman dos variedades, muchas veces se formará una variedad intermedia adecuada a una zona intermedia; pero, por las razones expuestas, la variedad intermedia existirá por lo común con menor número de individuos que las dos formas que une, y, por consiguiente, estas dos últimas, durante el transcurso de nuevas modificaciones, tendrán una gran ventaja, por tener mayor número de individuos, sobre la variedad intermedia menos numerosa, y de este modo conseguirán, por lo general, suplantarla y exterminarla.

Hemos visto en este capítulo lo prudentes que tenemos que ser en llegar a la conclusión de que no pudo haber un cambio gradual entre costumbres las más diferentes; de que un murciélago, por ejemplo, no se pudo haber formado por selección natural, partiendo de un animal que al principio sólo se deslizaba por el aire.

Hemos visto que una especie, en condiciones nuevas de vida, puede cambiar de costumbres, y que una especie puede tener costumbres diversas -algunas de ellas muy diferentes- de las de sus congéneres más próximos. Por consiguiente, teniendo presente que todo ser orgánico se esfuerza por vivir dondequiera que puede hacerlo, podemos comprender cómo ha ocurrido que hay gansos de tierra con patas palmeadas, pájaros carpinteros que no viven en los árboles, tordos que bucean y petreles con costumbres de pingüinos.

Aun cuando la idea de que un órgano tan perfecto como el ojo pudo haberse formado por selección natural es para hacer vacilar a cualquiera, sin embargo, en el caso de un órgano cualquiera, si tenemos noticia de una larga serie de gradaciones de complicación, buena cada una de ellas para su poseedor, no hay imposibilidad lógica alguna -variando las

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

condiciones de vida- en la adquisición, por selección natural, de cualquier grado de perfección concebible. En los casos en que no tenemos conocimiento de estados intermedios o de transición, hemos de ser sumamente prudentes en llegar a la conclusión de que no pueden haber existido, pues las transformaciones de muchos órganos muestran qué maravillosos cambios de función son, por lo menos, posibles. Por ejemplo: una vejiga natatoria parece haberse convertido en un pulmón para respirar en el aire. Con frecuencia debe haber facilitado mucho las transiciones el que un mismo órgano haya realizado simultáneamente funciones muy diferentes y luego se haya especializado, total o parcialmente, para una función; o el que la misma función haya sido efectuada por dos órganos distintos, habiéndose perfeccionado uno de ellos mientras el otro le ha auxiliado.

Hemos visto que en dos seres muy distantes en la escala natural se pueden haber formado, separada o independientemente, órganos que sirven para el mismo objeto y son muy semejantes en apariencia externa; pero cuando se examina atentamente estos órganos, casi siempre pueden descubrirse en su estructura diferencias esenciales, lo que naturalmente se sigue del principio de la selección natural. Por otra parte, la regla general en toda la naturaleza es la infinita diversidad de estructuras para obtener el mismo fin, lo cual también se sigue naturalmente del mismo principio fundamental.

En muchos casos nuestra ignorancia es demasiado grande para que podamos afirmar que un órgano o parte es de tan poca importancia para la prosperidad de una especie, que no puedan haberse acumulado lentamente modificaciones en su estructura por medio de la selección natural. En otros muchos casos, las modificaciones son probablemente resultado directo de las leyes de variación y de crecimiento, independientemente de que se haya conseguido así alguna ventaja. Pero aun estas conformaciones, muchas veces, han sido después aprovechadas y modificadas todavía de nuevo, para bien de la especie, en nuevas condiciones de vida. Podemos también creer que un órgano que fue en un tiempo de gran importancia se ha conservado con frecuencia -como la cola de un animal acuático en sus descendientes terrestres-, aun cuando haya llegado a ser de tan poca importancia, que no pudo haber sido adquirido en su estado actual por selección natural.

La selección natural no puede producir nada en una especie exclusi-

vamente para ventaja o perjuicio de otra, aun cuando puede muy bien producir partes, órganos o excreciones utilísimas, y aun indispensables, o también sumamente perjudiciales, a otra especie, pero en todos los casos útiles al mismo tiempo al poseedor. En todo país bien poblado, la selección natural obra mediante la competencia de los habitantes, y, por consiguiente, lleva a la victoria en la lucha por la vida sólo ajustándose al tipo de perfección de cada país determinado. De aquí el que los habitantes de un país -generalmente los del país menor- sucumban ante los habitantes de otro, generalmente el mayor; pues en el país mayor habrán existido más individuos y formas más diversificadas, y la competencia habrá sido más severa, y de este modo el tipo de perfección se habrá elevado. La selección natural no conducirá necesariamente a la perfección absoluta, ni la perfección absoluta -hasta donde nos es dado juzgar con nuestras limitadas facultades- puede afirmarse que exista en parte alguna.

Según la teoría de la selección natural, podemos comprender claramente todo el sentido de aquella antigua ley de Historia Natural: *Natura non facit saltum*. Esta ley, si consideramos sólo los habitantes actuales del mundo, nos es rigurosamente exacta; pero si incluimos todos los de los tiempos pasados, ya conocidos, ya desconocidos, tiene que ser, según nuestra teoría, rigurosamente verdadera.

Se reconoce generalmente que todos los seres orgánicos han sido formados según dos grandes leyes: la de *unidad de tipo* y la de las *condiciones de existencia*. Por *unidad de tipo* se entiende la concordancia general en la conformación que vemos en los seres orgánicos de la misma clase, y que es completamente independiente de sus costumbres. Según mi teoría, la unidad de tipo se explica por la unidad de origen. La expresión *condiciones de existencia*, sobre la que tantas veces insistió el ilustre Cuvier, queda por completo comprendida en el principio de la selección natural; pues la selección natural obra, o bien adaptando actualmente las partes, que varían en cada ser a sus condiciones orgánicas o inorgánicas de vida, o bien por haber adaptado éstas durante períodos de tiempos anteriores, siendo ayudadas en muchos casos las adaptaciones por el creciente uso o desuso de las partes, y estando influidas por la acción directa de las condiciones externas de vida, y sujetas, en todos los casos, a las diferentes leyes de crecimiento y variación. Por consiguiente, de hecho, la ley de las *condiciones de existencia*

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

es la ley superior, pues mediante la herencia de variaciones anteriores comprende a la ley de *unidad de tipo*.

CAPÍTULO VII
OBJECIONES DIVERSAS A LA TEORÍA
DE LA SELECCIÓN NATURAL

Longevidad. -Las modificaciones no son necesariamente simultáneas. -Modificaciones, al parecer, de ninguna utilidad directa. -Desarrollo progresivo. -Los caracteres de poca importancia funcional son los más constantes. -Pretendida incapacidad de la selección natural para explicar los estados incipientes de las conformaciones útiles. -Causas que se oponen a la adquisición de conformaciones útiles por selección natural. -Gradaciones de conformación con cambio de funciones. -Órganos muy diferentes en miembros de la misma clase, desarrollados a partir de un solo y mismo origen. -Razones para no creer en modificaciones grandes y súbitas.

Consagraré este capítulo a la consideración de diversas objeciones que se han presentado contra mis opiniones, pues algunas de las discusiones precedentes pueden de este modo quedar más claras; pero sería inútil discutir todas las objeciones, pues muchas han sido hechas por autores que no se han tomado la molestia de comprender el asunto. Así, un distinguido naturalista alemán ha afirmado que la parte más débil de mi teoría es que considero todos los seres orgánicos como imperfectos: lo que realmente he dicho yo es que todos no son tan perfectos como podían haberlo sido en relación a sus condiciones de vida, y prueban que esto es así las muchas formas indígenas de diferentes partes del mundo que han cedido su lugar a invasores extranjeros. Además, los seres orgánicos, aun en caso de que estuviesen en algún tiempo perfectamente adaptados a sus condiciones de vida, tampoco pudieron haber continuado estándolo cuando cambiaron éstas, a menos que ellos mismos cambiasen igualmente, y nadie discutirá que las condiciones de vida de cada país, lo mismo que el número y clases de sus habitantes, han experimentado muchos cambios.

Un crítico ha sostenido recientemente, con cierto alarde de exactitud matemática, que la longevidad es una gran ventaja para todas las especies; de modo que el que crea en la selección natural «tiene que arreglar su árbol genealógico» de manera que todos los descendientes tengan vida más larga que sus antepasados. ¿No puede concebir nuestro crítico que una planta bienal o un animal inferior pudo extenderse

a un clima frío, y perecer allí cada invierno, y, sin embargo, debido a las ventajas conseguidas por selección natural, pudo sobrevivir de año en año por medio de sus semillas o huevos? Míster E. Ray Lankester, recientemente, ha discutido este asunto, y llega a la conclusión -hasta donde la extrema complejidad le permite juzgar- que la longevidad está comúnmente relacionada con el tipo de cada especie en la escala de organización, así como también con el desgaste de la reproducción y en la actividad general. Y estas condiciones probablemente han sido determinadas en gran medida por la selección natural.

Se ha argüido que ninguno de los animales y plantas de Egipto, de los que tenemos algún conocimiento, ha cambiado durante los últimos tres o cuatro mil años, y que, de igual modo, probablemente no ha cambiado ninguno en ninguna parte del mundo. Pero, como ha hecho observar míster G. H. Lewes, este modo de demostración prueba demasiado, pues las antiguas razas domésticas, representadas en los antiguos monumentos egipcios o embalsamadas, son sumamente semejantes y hasta idénticas a las que viven ahora, y, sin embargo, todos los naturalistas admiten que estas razas se han producido por modificación de sus tipos primitivos. Los numerosos animales que han permanecido sin variación desde el principio del período glacial hubiesen constituido un caso incomparablemente más señalado, pues estos animales han estado sometidos a grandes cambios de climas y han emigrado a grandes distancias, mientras que en Egipto, durante los últimos miles de años, las condiciones de vida, hasta donde alcanza nuestro conocimiento, han permanecido absolutamente uniformes. El hecho de que desde el período glacial se haya producido poca o ninguna modificación, habría sido de alguna utilidad contra los que creen en una ley innata y necesaria de desarrollo; pero no tiene fuerza alguna contra la doctrina de la selección natural o de la supervivencia de los más adecuados, que enseña que, cuando ocurre que aparecen variaciones o diferencias individuales de naturaleza útil, éstas se conservarán; pero esto se efectuará sólo en ciertas circunstancias favorables.

El célebre paleontólogo Bronn, al final de su traducción alemana de esta obra, pregunta cómo puede, según el principio de la selección natural, vivir una variedad al lado de la especie madre. Si ambas se han adaptado a costumbres o condiciones ligeramente diferentes, pueden ambas vivir juntas; y si dejamos a un lado las especies poliformas, en

las que la variación parece ser de naturaleza peculiar, y todas las variaciones puramente temporales, como tamaño, albinismo, etc., las variedades más permanentes se encuentran por lo general -hasta donde yo he podido ver- habitando *estaciones* distintas, como regiones elevadas y regiones bajas, distritos secos y distritos húmedos. Es más: en el caso de animales que se trasladan mucho de un lugar a otro y que se cruzan sin limitación, sus variaciones parecen estar confinadas, por lo general, a regiones distintas.

Bronn insiste también en que las especies distintas no difieren nunca entre sí por un solo carácter, sino en muchas partes, y pregunta cómo ocurre siempre que muchas partes del organismo se tengan que haber modificado al mismo tiempo por variación y selección natural. Pero no hay necesidad de suponer que todas las partes de un ser se han modificado simultáneamente. Las modificaciones más llamativas, excelentemente adaptadas a algún fin, pudieron ser adquiridas, como se indicó anteriormente, por variaciones sucesivas, aunque fuesen ligeras, primero en una parte y luego en otra; y corno han de transmitirse todas juntas, nos tienen que parecer como si se hubiesen desarrollado simultáneamente. La mejor respuesta, sin embargo, a la objeción precedente la proporcionan las razas domésticas, que han sido modificadas principalmente por el poder de selección del hombre para algún fin especial. Consideremos el caballo de carreras y el de tiro, el galgo y el mastín. Toda su constitución y hasta sus características mentales se han modificado; pero, si pudiésemos seguir todos los pasos de la historia de su transformación -y los últimos pasos pueden ser seguidos-, no veríamos cambios grandes y simultáneos, sino primero una parte y luego otra, ligeramente modificadas y perfeccionadas. Aun cuando la selección ha sido aplicada por el hombre a un carácter sólo -de lo que nuestras plantas cultivadas ofrecen los mejores ejemplos- se encontrará invariablemente que, si bien esta parte, ya sea la flor, el fruto o las hojas, ha cambiado grandemente, casi todas las otras se han modificado un poco. Esto puede atribuirse, en parte, al principio de la correlación de crecimiento, y, en parte, a la llamada variación espontánea.

Una objeción mucho más grave ha sido presentada por Bronn, y recientemente por Broca, o sea, que muchos caracteres parecen no servir de nada absolutamente a sus poseedores, y, por consiguiente, no pueden haber sido influídos por la selección natural. Bronn cita la

longitud de las orejas y de la cola en las diferentes especies de liebres y ratones, los complicados pliegues del esmalte en los dientes de muchos mamíferos y una multitud de casos análogos. Por lo que se refiere a las plantas, este asunto ha sido discutido por Nägeli en un admirable trabajo. Admite que la selección natural ha hecho mucho, pero insiste en que las familias de plantas difieren entre sí principalmente por caracteres morfológicos que parecen no tener importancia alguna para la prosperidad de las especies. Cree, por consiguiente, en una tendencia innata hacia el desarrollo progresivo y más perfecto. Señala la disposición de las células en los tejidos y la de las hojas en el eje como casos en que la selección natural no pudo haber obrado. A éstos pueden añadirse las divisiones numéricas de las partes de la flor, la posición de los óvulos, la forma de la semilla cuando no es de utilidad alguna para la diseminación, etc.

Muy poderosa es la objeción anterior. Sin embargo, debemos, en primer lugar, ser extremadamente prudentes al decidir qué conformaciones son ahora, o han sido en otro tiempo, de utilidad a cada especie. En segundo lugar, tendríamos que tener siempre presente que, cuando se modifica un órgano, se modificarán los otros, por ciertas causas que vislumbramos confusamente, como un aumento o disminución en la substancia nutritiva que llega a un órgano, presión recíproca, influencia de un órgano desarrollado precozmente sobre otro que se desarrolla después, etc., lo mismo que por otras causas que nos conducen a los muchos casos misteriosos de correlación, que no comprendemos en lo más mínimo. Estas causas pueden agruparse todas, por brevedad, con la expresión de *leyes de crecimiento*. En tercer lugar, hemos de tener en cuenta la acción directa y definida del cambio de condiciones de vida y las llamadas variaciones espontáneas, en las cuales la naturaleza de las condiciones parece representar un papel muy secundario. Las variaciones de brotes -como la aparición de una rosa de musgo en un rosal común, o de una *nectarine* en un melocotonero- ofrecen buenos ejemplos de variaciones espontáneas; pero, aun en estos casos, si tenemos presente la acción de una pequeña gota de veneno al producir complicadas agallas, no debemos sentirnos muy seguros de que las variaciones citadas no sean efecto de algún cambio local en la naturaleza de la savia, debido a algún cambio en las condiciones del medio ambiente. Tiene que haber una causa eficiente para cada pequeña diferencia in-

dividual, lo mismo que para las variaciones más marcadas que aparecen accidentalmente, y si la causa desconocida actuase de continuo, es casi seguro que todos los individuos de la especie se modificarían de modo semejante.

En las primeras ediciones de esta obra he dado poco valor, según parece ahora probable, a la frecuencia e importancia de las modificaciones debidas a variabilidad espontánea; pero no es posible atribuir a esta causa las innumerables conformaciones que tan bien adaptadas están a las costumbres de cada especie. Tan imposible me es creer en esto como explicar de este modo las formas tan bien adaptadas del caballo de carreras y del galgo, que tanto asombro producían a los antiguos naturalistas antes de que fuese bien conocido el principio de la selección efectuada por el hombre.

Merecerá la pena aclarar con ejemplos algunas de las observaciones anteriores. Por lo que se refiere a la pretendida inutilidad de varias partes y órganos, casi no es necesario hacer observar que, aun en los animales superiores y mejor conocidos, existen muchas estructuras que están tan desarrolladas que nadie duda que son de importancia, cuyo uso no ha sido averiguado o lo ha sido recientemente. Como Bronn cita la longitud de las orejas y de la cola en las diferentes especies de ratones como ejemplos, aunque insignificantes, de diferencias de conformación que no pueden ser de utilidad especial alguna, debo recordar que, según el doctor Schöbl, las orejas del ratón común están extraordinariamente provistas de nervios, de manera que indudablemente sirven como órganos táctiles, y, por consiguiente, la longitud de las orejas es difícil que pueda carecer por completo de importancia. Veremos luego, además, que la cola es un órgano prensil utilísimo a algunas especies, y su longitud tiene que influir mucho en su utilidad.

Por lo que se refiere a las plantas -respecto de las cuales, teniendo en cuenta la memoria de Nägeli, me limitaré a las siguientes observaciones-, se admitirá que las flores de las orquídeas presentan multitud de conformaciones curiosas, que hace algunos años se habrían considerado como simples diferencias morfológicas sin función alguna especial, pero actualmente se sabe que son de la mayor importancia para la fecundación de la especie, con ayuda de los insectos, y que probablemente han sido conseguidas por selección natural. Hasta hace poco nadie hubiera imaginado que en las plantas dimorfas y trimorfas la

diferente longitud de los estambres y pistilos y su disposición pudiese haber sido de alguna utilidad; pero actualmente sabemos que es así.

En ciertos grupos de plantas, los óvulos están derechos, y en otras, colgantes, y dentro del mismo ovario en algunas plantas, un óvulo tiene la primera posición y otro la segunda. Estas posiciones parecen al pronto puramente morfológicas, o de ninguna significación fisiológica; pero el doctor Hooker me informa que, en un mismo ovario, en unos casos sólo los óvulos superiores son fecundados y en otros casos sólo los inferiores, e indica el doctor Hooker que esto probablemente depende de la dirección en que los tubos polínicos penetran en el ovario. Si es así, la posición de los óvulos, aun en el caso en que uno esté derecho y el otro colgante, dentro del mismo ovario, resultaría de la selección de todas las pequeñas desviaciones de posición que favoreciesen su fecundación y la producción de semillas.

Algunas plantas que pertenecen a distintos órdenes producen habitualmente flores de dos clases: unas, abiertas, de conformación ordinaria, y otras, cerradas e imperfectas. Estas dos clases de flores a veces difieren prodigiosamente en su conformación, aun cuando puede verse que se pasa gradualmente de una a otra en la misma planta. Las flores ordinarias y abiertas pueden cruzarse, y los beneficios que seguramente resultan de este proceso están así asegurados. Las flores cerradas e imperfectas, sin embargo, son evidentemente de gran importancia, pues producen con la mayor seguridad una gran cantidad de semillas con un gasto asombrosamente pequeño de polen. Las dos clases de flores, como se acaba de decir, con frecuencia difieren mucho, en su conformación. En las flores imperfectas, los pétalos consisten casi siempre en simples rudimentos, y los granos de polen son de diámetro reducido. En *Ononis columnnae*, cinco de los estambres alternos son rudimentarios, y en algunas especies de *Viola*, tres estambres se encuentran en este estado, conservando dos su función propia, aunque son de tamaño muy reducido. De treinta flores cerradas de una violeta india -cuyo nombre me es desconocido, pues la planta nunca ha producido en mi poder flores perfectas-, en seis los sépalos están reducidos a tres en vez del número normal de cinco. En una sección de las malpighiáceas, según A. de Jussieu, las flores cerradas están todavía más modificadas, pues los cinco estambres opuestos a los sépalos están todos abortados, y está sólo desarrollado un sexto estambre opuesto a

un pétalo, estambre que no se presenta en las flores ordinarias de esta especie; el estilo está abortado, y los ovarios están reducidos de tres a dos. Ahora bien; aun cuando la selección natural puede perfectamente haber tenido poder para impedir que se abriesen algunas de las flores y para reducir la cantidad de polen cuando se hizo superfluo por la clausura de éstas, sin embargo, difícilmente puede haber sido determinada así ninguna de las modificaciones especiales anteriores, sino que deben haber resultado de las leyes de crecimiento, incluyendo la inactividad funcional de órganos durante el proceso de la reducción del polen y la clausura de las flores.

Es tan necesario apreciar los importantes efectos de las leyes de crecimiento, que citaré algunos casos más de otra naturaleza, o sea, de diferencias entre las mismas partes u órganos, debidas a diferencias en sus posiciones relativas en la misma planta. En el castaño común y en ciertos abetos, según Schacht, los ángulos de divergencia de las hojas son diferentes en las ramas casi horizontales y en las verticales. En la ruda común y algunas otras plantas, una flor -por lo común la central o terminal- se abre primero, y tiene cinco sépalos y pétalos y cinco divisiones en el ovario, mientras que todas las otras flores de la planta son tetrámeras. En la *Adoxa* inglesa, la flor superior tiene generalmente el cáliz bilobado y los otros órganos tetrámeros, mientras que las flores que la rodean tienen, por lo común, el cáliz trilobado y los otros órganos pentámeros. En muchas compuestas y umbelíferas -y en algunas otras plantas-, las flores periféricas tienen sus corolas mucho más desarrolladas que las del centro, y esto parece relacionado con frecuencia con el aborto de los órganos reproductores. Es un hecho muy curioso, señalado ya, que los achenios o simientes de la circunferencia se diferencian, a veces mucho, de los del centro en forma, color y otros caracteres. En *Carthamus* y en algunas otras compuestas, los achenios centrales solos están provistos de vilano, y en *Hyoseris*, la misma inflorescencia produce achenios de tres formas diferentes. En ciertas umbelíferas, los frutos exteriores, según Tausch, son ortospermos y el central celospermo, y éste es un carácter que había sido considerado por De Candolle, en otras especies, como de la mayor importancia sistemática. El profesor Braun menciona un género de fumariáceas en el que las flores de la parte inferior de la espiga producen como nuececillas ovales con una sola semilla, y en la parte superior de la espiga,

silicuas lanceoladas de dos valvas y con dos semillas. En estos diferentes casos -excepto en el de las florecillas periféricas muy desarrolladas, que son de utilidad por hacer las flores muy visibles para los insectos- la selección natural, hasta donde nosotros podemos juzgar, no ha podido entrar en juego, o lo ha hecho sólo de un modo completamente secundario. Todas estas modificaciones resultan de la posición relativa y acción mutua de las partes, y apenas puede dudarse que si todas las flores y hojas de la planta hubiesen estado sometidas a las mismas condiciones externas e internas que lo están las flores y hojas en determinadas posiciones, todas se habrían modificado de la misma manera.

En muchos otros casos encontramos modificaciones de estructura, consideradas generalmente por los botánicos como de gran importancia, que afectan tan sólo a alguna de las flores de una misma planta, o que se presentan en distintas plantas que crecen juntas en las mismas condiciones. Como estas variaciones parecen no ser de utilidad especial para las plantas, no pueden haber sido modificadas por la selección natural. De su causa nada sabemos; no podemos ni siquiera atribuirlo, como en los casos de la última clase, a una acción inmediata, tal como la posición relativa. Citaré sólo algunos ejemplos. Es tan común observar en la misma planta indistintamente flores tetrámeras, pentámeras, etc., que no necesito dar ejemplos; pero como las variaciones numéricas son relativamente raras cuando son pocas las partes, puedo citar que, según De Candolle, las flores de *Papaver bracteatum* presentan, o dos sépalos y cuatro pétalos -que es el tipo común en los *Papaver*-, o tres sépalos y seis pétalos. El modo como los pétalos están plegados en capullo es, en la mayor parte de los grupos, un carácter morfológico muy constante; pero el profesor Asa Gray ha comprobado que algunas especies de *Mimulus* casi con tanta frecuencia presentan la estivación de las rinantídeas como la de las antirrinídeas, tribu esta última a la que pertenece el género. Ang. St. Hilaire cita los casos siguientes: el género *Zanthoxylon* pertenece a una división de las rutáceas con un solo ovario; pero en algunas especies pueden encontrarse flores en la misma planta y aun en el mismo panículo, ya con uno, ya con dos ovarios. En *Helianthemum* se ha descrito la cápsula como unilocular o trilocular; pero en *H. mutabile*: «Une lame, plus ou moins large, s'étend entre le pericarpe et le placenta». En las flores de *Saponaria officinalis*, el doctor Masters ha observado ejemplos, tanto de

placentación marginal como de placentación central libre. Finalmente, St. Hilaire encontró, hacia el extremo sur del área de dispersión de *Gomphia oleaeformis*, dos formas que, al pronto, no dudó que fuesen especies distintas; pero después vio que crecían juntas en el mismo arbusto, y entonces añade: «*Voilà donc dans un même individu des loges et un style que se rattachent tantôt à un axe verticale et tantôt à un gynobase*».

Vemos, pues, que, en las plantas, muchos cambios morfológicos pueden ser atribuidos a las leyes de crecimiento y de acción recíproca de las partes, independientemente de la selección natural. Pero, por lo que se refiere a la doctrina de Nägeli de una tendencia innata hacia la perfección o desarrollo progresivo, ¿puede afirmarse, en el caso de estas variaciones tan pronunciadas, que las plantas han sido sorprendidas en el acto de pasar a un estado superior de desarrollo? Por el contrario, del solo hecho de diferir o variar mucho en la planta las partes en cuestión, inferiría yo que tales modificaciones eran de importancia muy pequeña para las mismas plantas, cualquiera que sea la importancia que para nosotros puedan tener, en general, para las clasificaciones. La adquisición de una parte inútil, difícilmente puede decirse que eleva un organismo en la escala natural, y el caso de las flores imperfectas antes descrito, si no se invoca un principio nuevo, puede ser un caso de retroceso más bien que de progreso, y lo mismo debe ser en muchos animales parásitos y degradados. Ignoramos la causa que provoca las modificaciones antes señaladas; pero si la causa desconocida hubiese de obrar de modo casi uniforme durante un largo espacio de tiempo, podríamos inferir que el resultado sería casi uniforme, y, en este caso, todos los individuos de la misma especie se modificarían de la misma manera.

Por el hecho de ser los caracteres anteriores sin importancia para la prosperidad de las especies, las ligeras variaciones que se presentan en ellos no habrían sido acumuladas y aumentadas por selección natural. Una conformación que se ha desarrollado por selección continuada durante mucho tiempo, cuando cesa de ser útil a una especie, por lo común se hace variable, como vemos en los órganos rudimentarios, pues ya no estará, en lo sucesivo, regulada por la misma fuerza de selección. Pero, por la naturaleza del organismo y de las condiciones de vida, se han producido modificaciones que son sin importancia para

la prosperidad de la especie; estas modificaciones pueden ser transmitidas -y al parecer lo han sido muchas veces- casi en el mismo estado, a numerosos descendientes diferentemente modificados. No puede haber sido de gran importancia para la mayor parte de los mamíferos, aves y reptiles el estar cubiertos de pelo, de pluma o de escamas, y, sin embargo, el pelo se ha transmitido a casi todos los mamíferos, las plumas a todas las aves y las escamas a todos los reptiles verdaderos. Una estructura, cualquiera que sea, común a muchas formas afines, la consideramos como de gran importancia sistemática, y, por consiguiente, con frecuencia se da por sentado que es de gran importancia vital para la especie. Así, según me inclino a creer, diferencias morfológicas que consideramos como importantes -tales como el modo de estar dispuestas las hojas, las divisiones de la flor o del ovario, la posición de los óvulos, etc.- aparecieron primero, en muchos casos, como variaciones fluctuantes, que, más pronto o más tarde, se hicieron constantes por la naturaleza del organismo y de las condiciones ambientes, como también por el cruzamiento de individuos distintos, pero no por selección natural, pues como estos caracteres morfológicos no influyen en la prosperidad de la especie, las pequeñas desviaciones en ellos no pudieron haber sido reguladas y acumuladas por este último medio. Es extraño el resultado a que llegamos de este modo, o sea, que caracteres de poca importancia vital para la especie son los más importantes para el sistemático; pero esto, según veremos después, cuando tratemos del fundamento genético de la clasificación, no es, en modo alguno, tan paradójico como al pronto puede parecer.

Aun cuando no tenemos ninguna prueba buena de que exista en los seres orgánicos una tendencia innata hacia el desarrollo progresivo, sin embargo, esto se sigue necesariamente, como he procurado demostrar en el capítulo cuarto, de la acción continua de la selección natural, pues la mejor definición que se ha dado de un tipo superior de organización es el grado en que los órganos se han especializado o diferenciado, y la selección natural tiende hacia este fin, en cuanto que los órganos son de este modo capaces de realizar sus funciones más eficazmente.

Un distinguido zoólogo, míster St. George Mivart, ha reunido recientemente todas las objeciones que se han hecho, en todo tiempo, por mí mismo y por otros, a la teoría de la selección natural, tal como

ha sido propuesta por míster Wallace y por mí, y los ha expuesto con arte y energía admirables. Ordenadas así, constituyen un formidable ejército, y como no entra en el plan de míster Mivart el citar los diferentes hechos y consideraciones opuestos a sus conclusiones, queda no pequeño esfuerzo de razonamiento, y de memoria para el lector que quiera pesar las pruebas de ambas partes. Discutiendo casos especiales, míster Mivart pasa por alto los efectos del creciente uso y desuso de los órganos, que he sostenido siempre que son importantísimos, y que he tratado en mi obra *Variation under Domestication* con mayor extensión, creo yo, que ningún otro autor. Del mismo modo supone que no atribuyo nada a la variación independientemente de la selección natural, siendo así que, en la obra acabada de citar, he reunido un número de casos bien comprobados, mayor que el que pueda encontrarse en cualquier obra que yo conozca. Mi opinión podrá no ser digna de crédito; pero después de haber leído con cuidado el libro de míster Mivart y de comparar cada sección con lo que he dicho yo sobre el mismo punto, nunca me habla sentido tan firmemente convencido de la verdad general de las conclusiones a que he llegado, sujetas evidentemente, en asunto tan complicado, a muchos errores parciales.

Todas las objeciones de míster Mivart serán, o han sido ya, examinadas en el presente libro. Un punto nuevo, que parece haber llamado la atención de muchos lectores, es «que la selección natural es incapaz de explicar los estados incipientes de las estructuras útiles». Este asunto está íntimamente unido al de la gradación de caracteres, acompañada frecuentemente de un cambio de función -por ejemplo: la transformación de la vejiga natatoria en pulmones-; puntos que fueron discutidos en el capítulo anterior bajo dos epígrafes. Sin embargo, examinaré aquí, con algún detalle, varios de los casos propuestos por míster Mivart, eligiendo aquellos que son más demostrativos, pues la falta de espacio me impide examinarlos todos.

La jirafa, por su elevada estatura y por su cuello, miembros anteriores, cabeza y lengua muy alargados, tiene toda su conformación admirablemente adaptada para ramonear en las ramas más altas de los árboles. La jirafa puede así obtener comida fuera del alcance de los otros ungulados, o animales de cascos y de pesuñas, que viven en el mismo país, y esto tiene que serle de gran ventaja en tiempos de escasez. El ganado vacuno ñato de América del Sur nos muestra qué

pequeña puede ser la diferencia de conformación que determine, en tiempos de escasez, una gran diferencia en la conservación de la vida de un animal. Este ganado puede rozar, igual que los otros, la hierba; pero por la prominencia de la mandíbula inferior no puede, durante las frecuentes sequías, ramonear las ramitas de los árboles, las cañas, etcétera, alimento al que se ven obligados a recurrir el ganado vacuno común y los caballos; de modo que en los tiempos de sequía los ñatos mueren si no son alimentados por sus dueños.

Antes de pasar a las objeciones de míster Mivart, puede ser conveniente explicar, todavía otra vez, cómo obrará la selección natural en todos los casos ordinarios. El hombre ha modificado algunos de sus animales, sin que necesariamente haya atendido a puntos determinados de estructura, simplemente conservando y obteniendo cría de los individuos más veloces, como en el caballo de carreras y el galgo, o de los individuos victoriosos, como en el gallo de pelea. Del mismo modo en la naturaleza, al originarse la jirafa, los individuos que ramoneasen más alto y que durante los tiempos de escasez fuesen capaces de alcanzar aunque sólo fuesen una pulgada o dos más arriba que los otros, con frecuencia se salvarían, pues recorrerían todo el país en busca de alimento. El que los individuos de la misma especie muchas veces difieren un poco en la longitud relativa de todas sus partes, puede comprobarse en muchas obras de Historia Natural, en las que se dan medidas cuidadosas. Estas pequeñas diferencias en las proporciones, debidas a las leyes de crecimiento y variación, no tienen la menor importancia ni utilidad en la mayor parte de las especies. Pero al originarse la jirafa habrá sido esto diferente, teniendo en cuenta sus costumbres probables, pues aquellos individuos que tuviesen alguna parte o varias partes de su cuerpo un poco más alargadas de lo corriente hubieron, en general, de sobrevivir. Estos se habrán unido entre sí y habrán dejado descendencia que habrá heredado, o bien las mismas particularidades corpóreas, o bien la tendencia a variar de nuevo de la misma manera, mientras que los individuos menos favorecidos por los mismos conceptos habrán sido los más propensos a perecer.

Vemos, pues, que no es necesario separar por parejas, como hace el hombre cuando metódicamente mejora una casta; la selección natural conservará, y de este modo separará, todos los individuos superiores, permitiéndoles cruzarse libremente, y destruirá todos los individuos

inferiores. Continuando durante mucho tiempo este proceso -que corresponde exactamente a lo que he llamado selección inconsciente por el hombre-, combinado, sin duda, de modo muy importante, con los efectos hereditarios del aumento de uso de los órganos, me parece casi seguro que un cuadrúpedo ungulado ordinario pudo convertirse en jirafa.

Contra esta conclusión presenta míster Mivart dos objeciones. Una es que el aumento del tamaño del cuerpo exigiría evidentemente un aumento de alimento, y considera como «muy problemático el que las desventajas que por este motivo se originan no hubiesen de contrapesar con exceso, en tiempos de escasez, a las desventajas». Pero como la jirafa existe actualmente muy numerosa en el Sur de África, y como algunos de los antílopes mayores del mundo, tan grandes como un toro, abundan allí, ¿por qué tendremos que dudar de que, por lo que se refiere al tamaño, pudieran haber existido allí, en otro tiempo, gradaciones intermedias, sometidas como ahora a veces a rigurosa escasez? Seguramente el poder alcanzar en cada estado de aumento de tamaño una cantidad de comida dejada intacta por los otros cuadrúpedos ungulados del país tuvo que haber sido ventajoso para la jirafa en formación, y tampoco debemos dejar pasar inadvertido el hecho de que el aumento de tamaño obraría como una protección contra casi todos los cuadrúpedos de presa, excepto el león, y, como ha hecho observar míster Chauncey Wright, contra este animal serviría su alto cuello -y cuanto más alto, tanto mejor- como una atalaya. Esta es la causa, como hace observar sir S. Baker, por la que ningún animal es más difícil de cazar al acecho que la jirafa. Este animal también utiliza su largo cuello como un arma ofensiva y defensiva, moviendo violentamente su cabeza armada como de muñones de cuernos. La conservación de cada especie raras veces puede estar determinada por una sola ventaja, sino por la unión de todas, grandes y pequeñas.

Míster Mivart pregunta entonces -y ésta es su segunda objeción-: Si la selección natural es tan potente, y si el ramonear alto es una ventaja tan grande, ¿por qué no ha adquirido un largo cuello y una estatura gigantesca ningún otro cuadrúpedo ungulado, aparte de la jirafa y, en menor grado, el camello, el guanaco y la *Macrauchenia*? Y también, ¿por qué no ha adquirido ningún miembro del grupo una larga trompa? Por lo que se refiere al África del Sur, que estuvo en otro tiempo

habitada por numerosos rebaños de jirafas, la respuesta no es difícil, y el modo mejor de darla es mediante un ejemplo. En todos los prados de Inglaterra en que hay árboles, vemos las ramas inferiores recortadas o rapadas hasta un nivel preciso, por efecto del ramoneo de los caballos o del ganado vacuno; y ¿qué ventaja habría, por ejemplo, para las ovejas, si las hubiese allí en adquirir un poco más de longitud en el cuello? En toda región, es casi seguro que alguna clase de animal será capaz de ramonear más alto que los otros, y es igualmente casi seguro que esta clase sola pudo haber alargado su cuello con este objeto, mediante la selección natural y los efectos del aumento del uso. En África del Sur, la competencia para ramonear en las ramas más altas de las acacias y otros árboles tuvo que ser entre jirafa y jirafa, y no con los otros ungulados.

No puede contestarse exactamente por qué en otras partes del mundo han adquirido un cuello alargado o una trompa diferentes animales que pertenecen al mismo orden; pero es tan fuera de razón esperar una respuesta precisa a esta pregunta, como a la de por qué, en la historia de la humanidad, no se produjo en un siglo un acontecimiento, mientras que se produjo en otro. Ignoramos las condiciones que determinan el número de individuos y la distribución geográfica de una especie, y no podemos ni siquiera conjeturar qué cambios de estructura serían favorables a su desarrollo en un nuevo país. Podemos, sin embargo, ver de un modo general las diferentes causas que pueden haber impedido el desarrollo de un largo cuello o trompa. El alcanzar el follaje a una altura considerable -sin trepar, para lo que los ungulados están especialmente mal constituidos- exige un gran aumento en el tamaño del cuerpo, y sabemos que algunos territorios mantienen poquísimos cuadrúpedos grandes, por ejemplo, América del Sur, a pesar de ser tan exuberante, mientras que en el Sur de África abundan de un modo sin igual; por qué ha de ser esto así, no lo sabemos, y tampoco sabemos por qué los últimos períodos terciarios tuvieron que haber sido mucho más favorables para su existencia que la época actual. Cualesquiera que puedan haber sido las causas, podemos ver que ciertos distritos y tiempos han de haber sido mucho más favorables que otros para el desarrollo de cuadrúpedos tan grandes como la jirafa.

Para que en un animal alguna estructura adquiera un desarrollo grande y especial, es casi indispensable que varias otras partes se mo-

difiquen y adapten a esta estructura. Aun cuando todas las partes del cuerpo varíen ligeramente, no se sigue que las partes necesarias varíen siempre en la dirección o grados debidos. En las diferentes especies de animales domésticos vemos que los órganos varían en modo y grado diferentes, y que unas especies son mucho más variables que otras. Aun cuando se originen las variaciones convenientes, no se sigue que la selección natural pueda actuar sobre ellas y producir una conformación que, al parecer, sea ventajosa para la especie. Por ejemplo, si el número de individuos que existen en un país está determinado principalmente por la destrucción por los animales de presa, por los parásitos externos o internos, etcétera -caso que parece ser frecuente-, la selección natural podrá servir poco o se detendrá grandemente en modificar cualquier conformación particular propia para obtener alimento. Finalmente, la selección natural es un proceso lento, y las mismas condiciones favorables tienen que dudar mucho, para que tenga que producir así un efecto señalado. Si no es atribuyéndolo a estas razones generales y vagas, no podemos explicar por qué en varias partes del mundo los cuadrúpedos ungulados no han adquirido cuellos muy alargados u otros medios para ramonear en las ramas altas de los árboles.

Objeciones de igual naturaleza que las precedentes han sido presentadas por muchos autores. En cada caso, diferentes causas, aparte de las generales que se acaban de indicar, se han opuesto probablemente a la adquisición de conformaciones que se supone serían beneficiosas a determinadas especies. Un autor pregunta por qué no ha adquirido el avestruz la facultad de volar; pero un momento de reflexión hará ver qué enorme cantidad de comida sería necesaria para dar a esta ave del desierto fuerza para mover su enorme cuerpo en el aire. Las islas oceánicas están habitadas por murciélagos y focas, pero no por mamíferos terrestres; y como algunos de estos murciélagos son especies peculiares, tienen que haber habitado mucho tiempo en sus localidades actuales. Por esta razón, sir C. Lyell pregunta -y da algunas razones como respuesta- por qué las focas y los murciélagos no han dado origen en estas islas a formas adecuadas para vivir en tierra. Pero las focas tendrían necesariamente que transformarse primero en animales carnívoros terrestres de tamaño considerable, y los murciélagos en animales insectívoros terrestres; para los primeros no habría presas; para los murciélagos, los insectos terrestres los servirían como alimento;

pero éstos habrían estado ya muy perseguidos por los reptiles y aves que colonizan primero las islas oceánicas y abundan en la mayor parte de ellas. Las gradaciones de conformación, cuyos estados sean todos útiles a una especie que cambia, serán favorecidas solamente en ciertas condiciones particulares. Un animal estrictamente terrestre, cazando a veces en aguas poco profundas, luego en ríos y lagos, pudo, al fin, convertirse en un animal tan acuático que desafiase al océano. Pero las focas no encontrarían en las islas oceánicas las condiciones favorables a su conversión gradual en formas terrestres. Los murciélagos, como se expuso antes, adquirieron probablemente sus alas deslizándose primero por el aire de un árbol a otro, como las llamadas ardillas voladoras, con objeto de escapar de sus enemigos o para evitar caídas; pero, una vez que fue adquirida la facultad del vuelo verdadero, ésta no hubo de volverse a convertir nunca, por lo menos para los fines antes indicados, en la facultad menos eficaz de deslizarse por el aire. Realmente, en los murciélagos, como en muchas aves, pudieron las alas haber disminuido mucho de tamaño o haberse perdido completamente por desuso; pero, en este caso, hubiera sido necesario que hubiesen adquirido primero la facultad de correr rápidamente por el suelo mediante solos sus miembros posteriores, de manera que compitiesen con aves y otros animales terrícolas; pero un murciélago parece especialmente inadecuado para tal cambio. Estas conjeturas se han hecho simplemente para demostrar que una transición de conformación, con todos sus grados ventajosos, es cosa muy compleja, y que no tiene nada de extraño el que, en cualquier caso particular, no haya ocurrido una transformación.

Por último, más de un autor ha preguntado por qué en unos animales se han desarrollado las facultades mentales más que en otros, cuando tal desarrollo hubiese sido ventajoso para todos; por qué no han adquirido los monos las facultades intelectuales del hombre. Podrían asignarse diferentes causas; pero, como son conjeturas y su probabilidad relativa no puede ser aquilatada, sería inútil citarlas. Una respuesta definitiva a la última pregunta no debe esperarse, viendo que nadie puede resolver el problema más sencillo de por qué, de dos razas de salvajes, una ha ascendido más que la otra en la escala de la civilización, y esto evidentemente implica aumento de fuerza cerebral.

Volvamos a las otras objeciones de míster Mivart. Los insectos mu-

chas veces se asemejan para protección a diferentes objetos, tales como hojas verdes o secas, ramitas muertas, pedazos de liquen, flores, espinas, excrementos de aves o insectos vivos; pero sobre este último punto insistiré después. La semejanza es muchas veces maravillosa, y no se limita al color, sino que se extiende a la forma y hasta a las actitudes de los insectos. Las orugas, que se mantienen inmóviles, sobresaliendo como ramitas muertas en las ramas en que se alimentan, ofrecen un excelente ejemplo de semejanza de esta clase. Los casos de imitación de objetos, tales como el excremento de los pájaros, son raros y excepcionales. Sobre este punto hace observar míster Mivart: «Como, según la teoría de míster Darwin, hay una tendencia constante a la variación indefinida, y como las pequeñas variaciones incipientes deben ser en *todas direcciones*, tienen que tender a neutralizarse mutuamente y a formar al principio modificaciones tan inestables, que es difícil, si no imposible, comprender cómo estas oscilaciones indefinidas, infinitamente pequeñas al principio, puedan nunca constituir semejanzas con una hoja, caña u otro objeto lo suficientemente apreciables para que la selección natural se apodere de ellas y las perpetúe».

Pero en todos los casos precedentes los insectos, en su estado primitivo, presentaban indudablemente alguna tosca semejanza accidental con algún objeto común en los parajes por ellos frecuentados; lo cual no es, en modo alguno, improbable, si se considera el número casi infinito de objetos que los rodean y la diversidad de formas y colores de las legiones de insectos existentes. Como es necesaria alguna tosca semejanza para el primer paso, podemos comprender por qué es que los animales mayores y superiores -con la excepción, hasta donde alcanza mi conocimiento, de un pez- no se asemejan para protección a objetos determinados, sino tan sólo a la superficie de lo que comúnmente les rodea, y esto, sobre todo, por el color. Admitiendo que primitivamente ocurriese que un insecto se asemejase algo a una ramita muerta o a una hoja seca, y que este insecto variase ligeramente de muchos modos, todas las variaciones que hiciesen a este insecto en algún modo más semejante a alguno de tales objetos, favoreciendo así el que se salvase de sus enemigos, tendrían que conservarse, mientras que otras variaciones tendrían que ser desdeñadas, y finalmente perdidas, o, si hacían al insecto en algún modo menos parecido al objeto imitado, serían eliminadas. Verdaderamente, tendría fuerza la objeción de míster

Mivart si tuviésemos que explicar estas semejanzas por simple variabilidad fluctuante, independientemente de la selección natural; pero tal como es el caso no la tiene.

Tampoco puedo yo encontrar fuerza alguna en la objeción de mister Mivart referente a «los últimos toques de perfección en el mimetismo», como en el caso citado por mister Wallace de un insecto fásmid (*Creoxylus laceratus*), que se asemeja a «un tronquito cubierto por un musgo reptante o *Jungermannia*». Tan completa era la semejanza, que un indígena *daiac* sostenía que las excrecencias foliáceas eran realmente musgo. Los insectos son presa de pájaros y otros enemigos, cuya vista probablemente es más aguda que la nuestra, y todo grado de semejanza que ayude a un insecto a escapar de ser observado o descubierto, tenderá a conservarse, y cuanto más perfecta sea la semejanza, tanto mejor para el insecto. Considerando la naturaleza de las diferencias entre las especies en el grupo que comprende el *Creoxylus* citado, no es improbable que en este insecto hayan variado las irregularidades de su superficie, y que éstas hayan llegado a tomar un color más o menos verde; pues, en cada grupo, los caracteres que difieren en las distintas especies son los más adecuados para variar, mientras que los caracteres genéricos, o sea, los comunes a todas las especies, son los más constantes.

La ballena franca es uno de los animales más maravillosos del mundo, y sus barbas una de sus mayores particularidades. Las barbas forman, a cada lado de la mandíbula superior, una fila de unas 300 láminas o placas muy juntas, dispuestas transversalmente con relación del eje mayor de la boca. Dentro de la fila principal hay algunas filas secundarias. La extremidad y el borde interno de todas las placas están deshilachadas, formando cerdas rígidas, que cubren todo el gigantesco paladar y sirven para tamizar o filtrar el agua y, de este modo, retener las pequeñas presas de que viven estos grandes animales. La lámina de en medio, que es la más larga, en la ballena franca tiene diez, doce y hasta quince pies de longitud; pero en las diferentes especies de cetáceos hay gradaciones en la longitud, teniendo, según Scoresby, la lámina de en medio cuatro pies de largo en una especie, tres en otra, diez y ocho pulgadas en otra, y en la *Balaenoptera rostrata* sólo unas nueve pulgadas. La calidad de las barbas varía también en las diferentes especies.

Por lo que se refiere a las barbas, míster Mivart hace observar que, si éstas «hubiesen alcanzado alguna vez un tamaño y desarrollo tales que las hiciesen útiles en algún modo, entonces la selección natural sólo habría fomentado su conservación y aumento dentro de límites utilizables; pero ¿cómo obtener el principio de este desarrollo útil?» En respuesta, puede preguntarse por qué los remotos antepasados de las ballenas no habrían tenido la boca constituida de modo algo parecido al pico con laminitas del pato. Los patos, como las ballenas, se sustentan tamizando el cieno y el agua, y la familia ha sido llamada algunas veces de los *Criblatores*, o cribadores. Espero que no se me interpretará torcidamente, diciendo que los progenitores de las ballenas tuvieron realmente la boca con láminas, como el pico de un pato. Quiero solamente exponer que esto no es increíble, y que las inmensas láminas que constituyen las barbas de la ballena franca podrían haberse desarrollado, a partir de laminillas, por pasos graduales, de utilidad todos para su poseedor. El pico del pato cucharetero (*Spatula clypeata*) es de estructura más hermosa y compleja que la boca de una ballena. La mandíbula superior está provista a cada lado de una fila o peine formado -en el ejemplar examinado por mí- por 188 laminillas delgadas y elásticas, cortadas al sesgo de modo que terminen en punta y colocadas transversalmente con relación al eje mayor de la boca. Estas laminillas nacen del paladar, y están sujetas a los lados de la mandíbula por una membrana flexible. Las que están hacia en medio son las más largas, teniendo de largo aproximadamente un tercio de pulgada, y salen 0,14 de pulgada por debajo del borde. En sus bases hay una corta fila secundaria de laminillas oblicuamente transversas. Por estos varios conceptos se asemejan a las barbas de la boca de la ballena; pero hacia la extremidad del pico difieren mucho, pues se proyectan hacia dentro, en vez de hacerlo verticalmente hacia abajo. La cabeza entera de este pato -aunque incomparablemente menos voluminosa- mide aproximadamente un dieciochoavo de la longitud de la cabeza de una *Balaenoptera rostrata* medianamente grande, especie en la cual las barbas tienen sólo nueve pulgadas de largo; de manera que si hiciésemos la cabeza del pato cucharetero tan larga como la de la *Balaenoptera*, las laminillas tendrían seis pulgadas de longitud, o sea, dos tercios de la longitud de las barbas en esta especie de ballena. La mandíbula inferior del pato cucharetero está provista de laminillas

de igual longitud que las de arriba, pero más finas, y por estar provista de estas laminillas, difiere notoriamente de la mandíbula inferior de la ballena que está desprovista de barbas. Por otra parte, los extremos de estas laminillas inferiores están como deshilachados, formando finas puntas hirsutas, de modo que, lo que es curioso, se asemejan así a las placas que constituyen las barbas de la ballena. En el género *Prion*, que pertenece a la familia distinta de los petreles, la mandíbula superior sólo está provista de laminillas que están bien desarrolladas y salen por debajo del borde, de modo que el pico de esta ave se parece, por este concepto, a la boca de la ballena.

Por lo que se refiere a la propiedad de tamizar -según he sabido por noticias y ejemplares que me han sido remitidos por mister Salvin-, podemos pasar, sin gran interrupción, desde la conformación, sumamente desarrollada, del pico del pato cucharetero -mediante el pico de la *Merganetta armata* y, en algunos conceptos, mediante el de *Aix sponsa*- al pico del pato común. En esta última especie las laminillas son mucho más toscas que en el cucharetero, y están firmemente adheridas a los dos lados de la mandíbula; son tan sólo en número de 50 a cada lado, y no salen nunca por debajo del borde. Su terminación es rectangular, y están guarnecidas de tejido resistente translúcido, como si fuesen para triturar comida. Los bordes de la mandíbula inferior están cruzados por numerosos plieguecillos, que sobresalen muy poco. Aun cuando el pico es así muy inferior como tamiz al del cucharetero, sin embargo, el pato, como todo el mundo sabe, lo utiliza constantemente para este objeto. Según me dice míster Salvin, hay otras especies en las cuales las laminillas están mucho menos desarrolladas que en el pato común; pero yo no sé si estas aves usan su pico para tamizar el agua.

Pasando a otro grupo de la misma familia, en el ganso de Egipto (*Chenalopex*) el pico se parece mucho al del pato común; pero las laminillas no son tan numerosas, tan distintas, si sobresalen tanto hacia dentro; sin embargo, este ganso, según me informa míster E. Bartlett, «utiliza su pico como un pato, expulsando el agua por los lados». Su principal alimento es hierba, que corta como el ganso común. En esta ave las laminillas de la mandíbula superior son mucho más toscas que en el pato común, casi unidas, en número de unas 27 a cada lado, cubiertas de protuberancias como dientes. El paladar está también cu-

bierto de protuberancias redondas y duras. Los bordes de la mandíbula inferior son serrados, con dientes mucho más prominentes, toscos y agudos que en el pato. El ganso común no tamiza el agua, y utiliza su pico exclusivamente para arrancar o cortar la hierba, uso para el cual está tan bien adaptado, que puede cortar el césped más al ras casi que cualquier otro animal. Hay otras especies de gansos, según me dice míster Bartlett, en los cuales las laminillas están menos desarrolladas que en el ganso común.

Vemos, pues, que una especie de las familias de los patos, con el pico constituido como el del ganso común y adaptado exclusivamente a herbajear, o hasta una especie con pico con laminillas poco desarrolladas, pudo convertirse, por pequeños cambios, en una especie como el ganso egipcio; ésta, en una como el pato común, y finalmente, en una como el cucharetero provista de pico, adaptado, casi exclusivamente, para tamizar el agua, puesto que esta ave apenas podría usar ninguna parte de su pico, excepto la punta ganchuda, para coger o desgarrar alimentos sólidos. Puedo añadir que el pico del ganso pudo convertirse, por pequeños cambios, en un pico provisto de dientes prominentes encorvados, como los de *Merganser* -que pertenece a la misma familia-, que sirven para el muy diferente objeto de coger peces vivos.

Volviendo a los cetáceos, el *Hyperoodon bidens* está desprovisto de verdaderos dientes en condiciones de poder ser eficaces; pero su paladar, según Lacepède, está erizado de puntas córneas pequeñas, desiguales y duras. Por consiguiente, no hay nada de improbable en suponer que alguna forma de cetáceo primitiva tuvo el paladar provisto de puntas córneas semejantes, aunque dispuestas con algo menos de regularidad, que, como las prominencias del pico del ganso, le ayudaban a coger o desgarrar su alimento. Siendo así, difícilmente se negará que las puntas, por variación y selección natural, pudieron convertirse en laminillas tan bien desarrolladas como las del ganso de Egipto, en cuyo caso habrían sido usadas, tanto para coger objetos como para tamizar el agua; después, en laminillas como las del pato común, y así, progresivamente, hasta que llegaron a estar tan bien construidas como las del cucharetero, en cuyo caso habrían servido exclusivamente como un aparato para tamizar. Partiendo de este estado, en el que las láminas tendrían dos tercios de la longitud de las barbas de la *Balaenoptera rostrata*, las gradaciones que pueden observarse en cetáceos vivientes

nos llevan hasta las enormes barbas de la ballena franca. Tampoco hay razón alguna para dudar de que cada grado de esta escala pudo haber sido tan útil a ciertos cetáceos antiguos, en los cuales las funciones de las partes cambiaron lentamente durante el transcurso del desarrollo, como lo son las gradaciones en los picos de los diferentes representantes actuales de la familia de los patos. Hemos de tener presente que cada especie de pato está sometida a una rigurosa lucha por la existencia, y que la conformación de cada parte de su organización tiene que estar bien adaptada a sus condiciones de vida.

Los pleuronéctidos o *peces planos* son notables por la asimetría de su cuerpo. Permanecen acostados sobre un lado, en la mayor parte de las especies sobre el izquierdo, pero en algunas sobre el derecho, y, a veces, se presentan ejemplares adultos inversos. El lado inferior o superficie de descanso parece, a primera vista, el lado ventral de un pez ordinario: es de un color blanco y está, por muchos conceptos, menos desarrollado que el lado superior, y frecuentemente tiene las aletas laterales de tamaño menor. Pero los ojos ofrecen una particularidad notabilísima, pues ambos están situados en el lado superior de la cabeza. En la primera edad, sin embargo, los ojos están opuestos uno a otro, y todo el cuerpo es entonces simétrico, teniendo ambos lados de igual color. Pronto el ojo propio del lado inferior empieza a resbalar lentamente alrededor de la cabeza hacia el lado superior, pero no pasa a través del cráneo, como antes se creyó que ocurría. Es evidente que, a menos que el ojo inferior girase de esta manera, no podría ser usado por el pez mientras yace en su posición habitual sobre un lado. El ojo inferior, además, habría estado expuesto a rozarse con el fondo arenoso. Es evidente que los pleuronéctidos están admirablemente adaptados a su modo de vida mediante su conformación aplastada y asimétrica, pues diferentes especies, como los lenguados, platijas, etc., son comunísimas. Las principales ventajas obtenidas de este modo parecen ser protección contra sus enemigos y facilidad para alimentarse en el fondo. Los diferentes miembros de la familia presentan, sin embargo, como hace observar Schiödte, «una larga serie de formas que muestran una transición gradual, desde *Hippoglossus pinguis*, que no cambia mucho de la forma en que abandona el huevo, hasta los lenguados, que están enteramente echados sobre un lado».

Míster Mivart ha recogido este caso, y hace observar que difícil-

mente es concebible una transformación espontánea, súbita, en la posición de los ojos, en lo cual estoy por completo de acuerdo con él. Después añade: «Si la transformación fue gradual, entonces verdaderamente dista mucho de estar claro cómo pudo ser beneficioso al individuo el que un ojo hiciese una pequeña parte del viaje hacia el lado opuesto de la cabeza. Hasta parece que esta transformación incipiente debió haber sido más bien perjudicial». Pero pudo míster Mivart haber encontrado una respuesta a esta objeción en las excelentes observaciones publicadas por Malm en 1867. Los pleuronéctidos, mientras son muy jóvenes y todavía simétricos, con sus ojos situados en los lados opuestos de la cabeza, no pueden conservar durante mucho tiempo su posición vertical, debido a la altura excesiva de su cuerpo, al pequeño tamaño de sus aletas laterales y a que están desprovistos de vejiga natatoria. Por consiguiente, pronto se cansan y caen al fondo sobre un costado. Mientras descansan así, vuelven con frecuencia, según observó Malm, el ojo inferior hacia arriba, para ver encima de ellos; y hacen esto tan vigorosamente, que se produce una fuerte presión del ojo contra la parte superior de la órbita. A consecuencia de esto, la parte de la frente comprendida entre los ojos se estrecha pasajeramente, según pudo verse con toda claridad. En una ocasión Malm vio a un pez joven que levantaba y bajaba el ojo inferior una distancia angular de 70 grados, aproximadamente.

Debemos recordar que el cráneo, en esta temprana edad, es cartilaginoso y flexible, de modo que cede fácilmente a la acción muscular. También es sabido que en los animales superiores, aun después de la primera juventud, el cráneo cede y cambia de forma si la piel y los músculos están constantemente contraídos por enfermedad o algún accidente. En los conejos de orejas largas, si una oreja está caída hacia delante, su peso arrastra hacia delante todos los huesos del cráneo del mismo lado, de lo cual he dado una figura. Malm afirma que las crías recién nacidas de las percas, salmón y varios otros peces simétricos tienen la costumbre de descansar sobre un costado en el fondo, y ha observado que entonces con frecuencia tuercen el ojo inferior para mirar hacia arriba, y de este modo su cráneo se tuerce algo. Estos peces, sin embargo, pueden pronto mantenerse en posición vertical, y no se produce así efecto alguno permanente. En los pleuronéctidos, por el contrario, cuanta más edad tienen, tanto más habitual es el que

permanezcan sobre un lado, debido al aplastamiento creciente de su cuerpo, y de este modo se produce un efecto permanente en la cabeza y en la posición de los ojos. Juzgando, por analogía, la tendencia a la torsión, indudablemente tiene que aumentar por el principio de la herencia. Schiödte cree, en contra de otros naturalistas, que los pleuronéctidos no son completamente simétricos en el embrión, y, si esto es así, podríamos comprender cómo es que ciertas especies, cuando jóvenes, caen y permanecen habitualmente sobre el lado izquierdo y otras sobre el lado derecho. Malm añade, en confirmación de la opinión anterior, que el *Trachypterus arcticus*, que no pertenece a los pleuronéctidos, permanece en el fondo sobre el lado izquierdo, y nada diagonalmente en el agua, y se dice que en este pez los lados de la cabeza son algo desiguales. Nuestra gran autoridad en peces, el doctor Günther, termina su resumen de la memoria de Malm haciendo observar que «el autor da una explicación muy sencilla de la anómala condición de los pleuronéctidos».

Vemos así que los primeros estados del paso del ojo desde un lado de la cabeza al otro, que míster Mivart juzga que serían perjudiciales, pueden atribuirse a la costumbre, indudablemente favorable al individuo y a la especie, de esforzarse por mirar hacia arriba con los dos ojos mientras permanece en el fondo sobre un costado. También podemos atribuir a los efectos hereditarios del uso el hecho de que la boca en diferentes especies de pleuronéctidos esté inclinada hacia el lado inferior, con los huesos de las mandíbulas más fuertes y más eficaces en este lado, sin ojo, de la cabeza que en el otro, con el objeto, según supone el doctor Traquair, de alimentarse cómodamente en el fondo. El desuso, por otra parte, explicará el desarrollo menor de toda la mitad inferior del cuerpo, incluso las aletas laterales, aun cuando Yarrell cree que el tamaño reducido de las aletas es ventajoso al pez, porque «hay muchísimo menos espacio para su acción que encima para la de las aletas mayores». Quizá puede igualmente explicarse el menor número de dientes en las mitades superiores de las dos mandíbulas, en la relación, en la platija, de 4-7 en ellas a 25-30 en las mitades inferiores. Por la falta de color en la cara ventral de la mayor parte de los peces y muchos otros animales, podemos razonablemente suponer que la ausencia de color en los pleuronéctidos en el lado que resulta inferior, ya sea el derecho ya el izquierdo, es debida a la ausencia de luz. Pero no puede

suponerse que sean debidos a la acción de la luz el aspecto jaspeado peculiar del lado superior del lenguado, tan parecido al fondo arenoso del mar, o la facultad de algunas especies de cambiar su color, como recientemente ha demostrado Pouchet, de conformidad con la superficie que les rodea, o la presencia de tubérculos óseos en el lado superior del rodaballo. Probablemente, en estos casos ha entrado en juego la selección natural, lo mismo que en adaptar a sus costumbres la forma general y muchas otras particularidades de estos peces. Debemos tener presente, como he indicado antes, que los efectos hereditarios del uso creciente de las partes, y quizá de su desuso, serán reforzados por la selección natural; pues todas las variaciones espontáneas en la dirección debida se conservarán de este modo, como se conservarán los individuos que hereden en mayor grado los efectos del uso creciente y ventajoso de alguna parte. Cuanto haya que atribuir en cada caso particular a los efectos del uso y cuanto a la selección natural, parece imposible decidirlo.

Puedo dar otro ejemplo de una conformación que parece deber su origen exclusivamente al uso o costumbre. El extremo de la cola de algunos monos americanos se ha convertido en un órgano prensil maravillosamente perfecto, que sirve como una quinta mano. Un crítico, que está conforme con míster Mivart en todos los detalles, hace observar acerca de esta conformación: «Es imposible creer que, por mucho que sea el tiempo transcurrido, la primera débil tendencia incipiente a coger pudiese salvar la vida de los individuos que la poseían o aumentar las probabilidades de tener y criar descendencia». Pero no hay necesidad de creer tal cosa: la costumbre -y esto casi implica que resulta algún beneficio mayor o menor- bastaría, según toda probabilidad, para esta obra. Brehm vio los pequeñuelos de un mono africano (*Cercopithecus*) trepando con las manos al lado ventral de su madre, y al mismo tiempo enganchaban sus colitas a la de su madre. El profesor Henslow conservó en cautividad algunos ratones de las mieses (*Mus messorius*), cuya cola no es prensil por su conformación; pero observó, con frecuencia, que enroscaban sus colas en las ramas de un arbusto colocado en su jaula, ayudándose así para trepar. He recibido una información análoga del doctor Günther, que ha visto un ratón colgarse de esta manera. Si el ratón de las mieses hubiera sido más rigurosamente arborícola, su cola se hubiese vuelto quizás de conforma-

ción más prensil, como ocurre en algunos miembros del mismo orden. Sería difícil decir, considerando sus costumbres cuando es joven, por qué el *Cercopithecus* no ha quedado provisto de cola prensil. Es posible, sin embargo, que la larga cola de este mono pueda serle más útil como un órgano de equilibrio, al dar sus prodigiosos saltos, que como un órgano prensil.

Las glándulas mamarias son comunes a toda la clase de los mamíferos y son indispensables para su existencia; tiene, por consiguiente, que haberse desarrollado en una época sumamente remota, y no podemos saber nada positivo acerca de su modo de desarrollo. Míster Mivart pregunta: «¿Es concebible que la cría de algún animal se salvase alguna vez de la destrucción chupando accidentalmente una gota de líquido, apenas nutritivo, procedente de una glándula cutánea accidentalmente hipertrofiada de su madre? Y aun cuando esto ocurriese alguna vez, ¿qué probabilidades hubo de que se perpetuase tal variación?» Pero la cuestión no está aquí imparcialmente presentada. La mayor parte de los evolucionistas admiten que los mamíferos descienden de una forma marsupial, y si es así, las glándulas mamarias se habrán desarrollado al principio dentro de la bolsa marsupial. En el caso del pez *Hippocampus*, los huevos se desarrollan y los pequeños se crían durante algún tiempo dentro de un saco de esta naturaleza, y un naturalista americano, míster Lockwood, cree, por lo que ha visto del desarrollo de las crías, que éstas son alimentadas por una secreción de las glándulas cutáneas del saco. Ahora bien; en los antepasados primitivos de los mamíferos, casi antes de que mereciesen ser denominados así, ¿no es por lo menos posible que las crías pudiesen haber sido alimentadas de un modo semejante? Y, en este caso, los individuos que segregasen líquido, en algún modo o grado, el más nutritivo, de suerte que participase de la naturaleza de la leche, habrían a la larga criado un número mayor de descendientes bien alimentados que los individuos que segregasen un líquido más pobre y, de este modo, las glándulas cutáneas, que son las homólogas de las glándulas mamarias, se habrían perfeccionado o hecho más eficaces. Está de acuerdo con el principio tan extendido de la especialización el que las glándulas en un cierto lugar del saco hayan tenido que desarrollarse más que las restantes y hayan formado entonces una mama, aunque al principio sin pezón, como vemos en el *Ornithorhyncus*, en la base de la serie de

los mamíferos. No pretenderé decidir por qué causa las glándulas de un cierto espacio llegaron a especializarse más que las otras, ya sea, en parte, por compensación de crecimiento, o por los efectos del uso, o por los de la selección natural.

El desarrollo de las glándulas mamarias hubiera sido inútil, y no se hubiera podido efectuar por selección natural sin que el pequeñuelo, al mismo tiempo, hubiese sido capaz de participar de la secreción. No hay mayor dificultad en comprender de qué modo los mamíferos pequeños han aprendido instintivamente a chupar la mama que en comprender cómo los polluelos antes de salir del huevo han aprendido a romper la cáscara, golpeando en ella con su pico especialmente adaptado, o cómo a las pocas horas de abandonar el cascarón han aprendido a coger granos de comida. En tales casos, la solución más probable es que la costumbre fue al principio adquirida por la práctica a una edad más avanzada, y transmitida después a la descendencia en una edad más temprana. Pero se dice que el canguro recién nacido no chupa, sino que solamente se adhiere al pezón de su madre, que tiene la facultad de inyectar leche en la boca de su pequeñuelo medio formado y desvalido. Sobre este punto, míster Mivart hace observar: «Si no existiese una disposición especial, el pequeñuelo tendría infaliblemente que ser ahogado por la introducción de leche en la tráquea. Pero *existe* una disposición especial. La laringe es tan prolongada, que sube hasta el extremo posterior del conducto nasal, y de este modo es capaz de dar entrada libre al aire para los pulmones mientras la leche pasa, sin perjuicio, por los lados de esta laringe prolongada, y llega así con seguridad al esófago, que está detrás de ella». Míster Mivart pregunta entonces de qué modo la selección natural destruyó en el canguro adulto -y en la mayor parte de los otros mamíferos, admitiendo que desciendan de una forma marsupial- esta conformación, por lo menos, completamente inocente e inofensiva». Puede indicarse, como respuesta, que la voz, que es seguramente de gran importancia para muchos mamíferos, difícilmente pudo haber sido utilizada con plena fuerza, mientras la laringe penetró en el conducto nasal, y el profesor Flower me ha indicado que esta conformación hubiera presentado grandes obstáculos en un animal que tragase alimento sólido.

Volveremos ahora la vista, por breve tiempo, a las divisiones inferiores del reino animal. Los equinodermos -estrellas de mar, erizos de

mar, etc. -están provistos de unos órganos notables, llamados pedicelarios, que consisten, cuando están bien desarrollados, en una pinza tridáctila, esto es, en una pinza formada por tres ramas dentadas, que se adaptan primorosamente entre sí y están situadas en el extremo de un vástago flexible movido por músculos. Esta pinza puede hacer firmemente presa de cualquier objeto, y Alejandro Agassiz ha visto un *Echinus* o erizo de mar que, pasando con rapidez de pinza a pinza partículas de excremento, las hacía bajar, según ciertas líneas de su cuerpo, de modo que su caparazón no se ensuciase. Pero no hay duda que, aparte de quitar suciedades de todas clases, los pedicelarios sirven para otras funciones, y una de éstas es evidentemente la defensa.

Respecto a estos órganos, míster Mivart, como en tantas otras ocasiones anteriores, pregunta: «¿Cuál sería la utilidad de los *primeros comienzos rudimentarios* de estas conformaciones, y cómo pudieron estos tubérculos incipientes haber preservado alguna vez la vida de un solo *Echinus*?» Y añade: «Ni siquiera el desarrollo *súbito* de la acción de agarrar pudo haber sido beneficioso sin el pedúnculo libremente móvil, ni pudo éste haber sido eficaz sin las mandíbulas prensiles, y, sin embargo, pequeñas variaciones puramente indeterminadas no pudieron hacer que se desarrollasen simultáneamente estas complejas coordinaciones de estructura: negar esto parece que no sería sino afirmar una alarmante paradoja». Por paradójicas que pues dan parecer a míster Mivart las pinzas tridáctila, fijada inmóvilmente por su base, pero capaces de acción prensil, existen ciertamente en algunas estrellas de mar, y esto se comprende si sirven, por lo menos en parte, como un medio de defensa. Míster Agassiz, a cuya gran benevolencia soy deudor de muchas noticias sobre este asunto, me informa de que existen otras estrellas de mar en las cuales una de las tres ramas de la pinza está reducida a un soporte para las otras dos, y aun otros géneros en los que la tercera rama está perdida por completo. En *Echinoneus*, *monsieur* Perrier describe el caparazón como llevando dos clases de pedicelarios, unos que se parecen a los de *Echinus* y los otros a los de *Spatangus*, y estos casos son siempre interesantes, porque proporcionan los medios de transiciones aparentemente súbitas, por aborto de uno de los dos estados de un órgano.

Acerca de los grados por los que estos curiosos órganos se han desarrollado, míster Agassiz deduce de sus propias investigaciones y de las

de Müller que, tanto en las estrellas de mar como los erizos de mar, los pedicelarios deben indudablemente ser considerados como púas modificadas. Puede esto deducirse de su modo de desarrollo en el individuo, lo mismo que de una larga y perfecta serie de gradaciones en diferentes especies y géneros, a partir de simples gránulos, pasando por las púas ordinarias, hasta llegar a los pedicelarios tridáctilos perfectos. La gradación se extiende hasta a la manera cómo las espinas ordinarias y los pedicelarios están, mediante sus varillas calcáreas de soporte, articulados al caparazón. En ciertos géneros de estrellas de mar pueden encontrarse «las combinaciones precisamente que se necesitan para demostrar que los pedicelarios son tan sólo espinas ramificadas modificadas». Así, tenemos espinas fijas con tres ramas móviles equidistantes y dentadas, articuladas cerca de su base, y más arriba, en la misma espina, otras tres ramas móviles. Ahora bien; cuando estas últimas nacen de la extremidad de una espina, forman de hecho un tosco pedicelario tridáctilo, y éste puede verse en la misma espina, junto con las tres ramas inferiores. En este caso es inequívoca la idéntica naturaleza de los brazos de los pedicelarios y de las ramas móviles de una espina. Se admite generalmente que las púas ordinarias sirven de protección; y, siendo así, no hay razón para dudar de que las que están provistas de ramas móviles y dentadas sirvan igualmente para el mismo fin, y servirían aún más eficazmente tan luego como, reuniéndose, actuaran como un aparato agarrador o prensil. Así, toda gradación, desde una púa ordinaria fija hasta el pedicelario fijo, sería de utilidad.

En ciertos géneros de estrellas de mar estos órganos, en vez de nacer o estar fijados sobre un soporte inmóvil, están situados en la punta de un vástago flexible y muscular, aunque corto, y en este caso, desempeñan probablemente alguna función adicional, aparte de la defensa. En los erizos de mar podemos seguir las etapas por las que una espina fija se convierte en articulada con el caparazón, haciéndose móvil de esta manera. Quisiera tener aquí espacio para dar un extracto más completo de las interesantes observaciones de míster Agassiz sobre el desarrollo de los pedicelarios. Todas las gradaciones posibles, como él dice, pueden encontrarse igualmente entre los pedicelarios de las estrellas de mar y los garfios de los *Ofiuroideos* -otro grupo de equinodermos-, y además entre los pedicelarios de los erizos de mar y las anclas de las holoturias, que pertenecen también a la misma extensa clase.

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

Ciertos animales compuestos o zoófitos, como se les ha denominado, a saber: los polizoos, están provistos de curiosos órganos llamados avicularios. Estos difieren mucho de estructura en las distintas especies. En su estado más perfecto, se asemejan singularmente a la cabeza y pico de un buitre en miniatura, puesta sobre un cuello y capaz de movimiento, como lo es igualmente la mandíbula inferior. En una especie observada por mí, todos los avicularios de la misma rama, con la mandíbula inferior muy abierta, se movían simultáneamente hacia delante y hacia atrás, describiendo un ángulo de unos 90°, en el transcurso de cinco segundos, y su movimiento hacia temblar a todo el polizoo. Si se tocan las mandíbulas con una aguja, la cogen tan firmemente, que de este modo puede sacudirse la rama.

Míster Mivart aduce este caso, principalmente, en apoyo de la supuesta dificultad de que en divisiones muy distantes del reino animal se hayan desarrollado por selección natural órganos -como los avicularios de los polizoos y los pedicelarios de los equinodermos- que él considera como «esencialmente semejantes»; pero, por lo que se refiere a la estructura, no sé ver semejanza alguna entre los pedicelarios tri-dáctilos y los avicularios. Estos últimos se parecen algo más a las que las o pinzas de los crustáceos, y míster Mivart pudo, con igual fundamento, haber aducido como una especial dificultad esta semejanza, y aun la semejanza con la cabeza y pico de un ave. Míster Busk, el doctor Smitt y el doctor Nitsche, naturalistas que han estudiado cuidadosamente este grupo, creen que los avicularios son homólogos de los zooides y sus celdas, que componen el zoófito, correspondiendo el labio u opérculo móvil de la celda a la mandíbula inferior móvil del aviculario. Míster Busk, sin embargo, no conoce ninguna gradación, existente actualmente, entre un zooides y un aviculario. Es, por consiguiente, imposible conjeturar mediante qué gradaciones útiles pudo el uno convertirse en el otro; pero en modo alguno se sigue de esto que tales gradaciones no hayan existido.

Como las que las de los crustáceos se parecen en algo a los avicularios de los polizoos, sirviendo ambos órganos como pinzas, puede valer la pena el demostrar que en los primeros existe todavía una larga serie de gradaciones útiles. En el estado primero y más sencillo, el segmento terminal de una pata se dobla sobre la terminación rectangular del penúltimo segmento, que es ancho, o contra todo un lado, y puede

así hacer presa de un objeto; pero la pata sirve todavía como órgano de locomoción. Inmediatamente después encontramos un ángulo del ancho del segmento penúltimo, ligeramente prominente, provisto a veces de dientes irregulares, y contra éstos se cierra el segmento terminal. Aumentando el tamaño de esta prominencia con su forma y el del segmento terminal con ligera modificación y perfeccionamiento, las pinzas se vuelven cada vez más perfectas, hasta que, al fin, tenemos un instrumento tan eficaz como las de un bogavante, y todas estas gradaciones pueden seguirse de hecho.

Además de los avicularios, poseen los polizos los curiosos órganos llamados vibráculos. Consisten éstos generalmente en largas cerdas capaces de movimiento, fácilmente excitables. En una especie examinada por mí, los vibráculos eran ligeramente curvos y dentados en el borde externo, y todos los del mismo polizoo, con frecuencia, se movían simultáneamente, de modo que, obrando como largos remos, hacían pasar rápidamente una rama de una parte a otra del portaobjetos de mi microscopio. Si se colocaba una rama sobre su cara, los vibráculos quedaban enredados, y hacían violentos esfuerzos para desembarazarse. Se supone que los vibráculos sirven de defensa, y que se les puede ver, como hace observar míster Busk, «barrer lenta y cuidadosamente la superficie del polizoo, quitando lo que puede ser perjudicial a los delicados habitantes de las celdas cuando éstos tienen extendidos los tentáculos». Los avicularios, lo mismo que los vibráculos, sirven probablemente para defensa; pero también atrapan y matan pequeños animales vivos, que se supone que son arrastrados luego por las corrientes hasta llegar al alcance de los tentáculos de los zooides. Algunas especies están provistas de avicularios y vibráculos; otras, de avicularios sólo, y algunas, sólo de vibráculos.

No es fácil imaginar dos objetos más diferentes, en apariencia, que una cerda o vibráculo y un aviculario, parecido a la cabeza de un ave; y, sin embargo, son, casi con seguridad, homólogos, y se han desarrollado a partir del mismo origen común, o sea, el zooide con su celda. Por consiguiente, podemos comprender por qué, en algunos casos, hay gradaciones entre estos órganos, según me informa míster Busk. Así, en los avicularios de diferentes especies de *Lepralia* la mandíbula móvil es tan saliente y parecida a una cerda, que sólo la presencia de la mandíbula superior o pico fijo sirve para determinar su naturaleza de

aviculario. Los vibráculos pueden haberse desarrollado directamente de los opérculos de las celdas, sin haber pasado por el estado de avicularios; pero parece más probable que hayan pasado por éste, pues durante los primeros estados de la transformación, las otras partes de la celda, con el zooide que comprende, difícilmente pudieron haber desaparecido de una vez. En muchos casos los vibráculos tienen en su base un soporte con surcos, que parece representar el pico fijo, aun cuando este soporte, en algunas especies, falta por completo. Esta teoría del desarrollo de los vibráculos, si merece crédito, es interesante, pues suponiendo que todas las especies provistas de avicularios se hubieran extinguido, nadie, ni aun con la más viva imaginación, hubiese nunca pensado que los vibráculos habían existido primitivamente como parte de un órgano parecido a un pico de un ave, o a una caja irregular o caperuza. Es interesante ver que estos dos órganos tan diferentes se han desarrollado a partir de un origen común, y como el opérculo móvil de las celdas sirve de protección al zooide, no hay dificultad en creer que todas las gradaciones, mediante las cuales el opérculo llegó a convertirse, primero en mandíbula superior de un aviculario y luego en alargada cerda, sirvieron igualmente de protección de diferentes modos y en circunstancias diferentes.

En el reino vegetal, míster Mivart cita sólo dos casos, a saber: la estructura de las flores de las orquídeas y el movimiento de las plantas trepadoras. En cuanto al primero, dice: «La explicación de su *origen* es juzgada como nada satisfactoria, es totalmente insuficiente para explicar los comienzos incipientes infinitesimales de estructuras que sólo son útiles cuando se han desarrollado considerablemente». Como he tratado extensamente este asunto en otra obra, daré aquí solamente algunos detalles acerca de una sola de las más llamativas particularidades de las flores de las orquídeas, o sea sus polinias. Una polinia, cuando está muy desarrollada, consiste en una gran masa de polen unida a un pedúnculo elástico o caudículo, y éste a una pequeña masa de materia sumamente viscosa. Las polinias, de este modo, son transportadas por los insectos de una flor al estigma de otra. En algunas orquídeas no hay caudículo para las masas de polen, y los granos están simplemente unidos entre sí por hilos finísimos, pero como esto no está limitado a las orquídeas; no es necesario tratarlo aquí, aun cuando he de mencionar que en el principio de la serie de las orquídeas, en

Cypripedium, podemos ver cómo los hilos se desarrollaron probablemente al principio. En otras orquídeas los hilos se unen entre sí, en un extremo de las masas de polen, y esto forma el primer indicio o aparición de un caudículo. En los granos de polen abortados, que pueden a veces descubrirse enclavados entre las partes centrales y consistentes, tenemos una buena prueba de que es éste el origen del caudículo, aun cuando sea de longitud considerable y esté muy desarrollado.

Por lo que se refiere a la segunda particularidad principal, o sea a la pequeña masa de materia viscosa adherida al extremo del caudículo, puede especificarse una larga serie de gradaciones, todas ellas de utilidad evidente para la planta. En la mayor parte de las flores que pertenecen a otros órdenes, el estigma segrega un poco de materia viscosa. Ahora bien; en ciertas orquídeas, una materia viscosa semejante es segregada por uno solo de los tres estigmas, pero en cantidades mucho mayores, y este estigma se ha vuelto estéril quizá a consecuencia de la copiosa secreción. Cuando un insecto visita una flor de esta clase, quita, trotando, algo de la materia viscosa y, al mismo tiempo, arrastra algunos de los granos de polen. A partir de esta sencilla disposición, que difiere poquísimamente de la de una multitud de flores ordinarias, existen infinitas gradaciones a especies en las que la masa de polen termina en un cortísimo caudículo libre, y a otras especies en las cuales el caudículo se adhiere firmemente a la materia viscosa, y en las que el mismo estigma estéril está muy modificado. En este último caso tenemos una polinia en su condición más desarrollada y perfecta. El que examine cuidadosamente por sí mismo las flores de las orquídeas, no negará la existencia de esta serie de gradaciones, desde una masa de granos de polen, simplemente unidos entre sí por filamentos, con el estigma muy poco diferente del de una flor ordinaria, hasta una polinia sumamente complicada y admirablemente adaptada para el transporte por los insectos; ni tampoco negará que todas las gradaciones, en las diferentes especies, están admirablemente adaptadas, en relación a la estructura general de cada flor, para su fecundación por diversos insectos. En éste y en casi todos los demás casos se puede dirigir la indagación más atrás, y se puede preguntar cómo se hizo viscoso el estigma de una flor ordinaria; mas como no conocemos la historia completa de ningún grupo de seres, es tan inútil hacer estas preguntas como aguardar una respuesta.

Pasemos ahora a las plantas trepadoras. Pueden ordenarse éstas formando una larga serie, desde las que simplemente se enroscan alrededor de un soporte a las que he llamado trepadores foliares («*leafclimbers*») y las que están provistas de zarcillos. En estas dos últimas clases los tallos han perdido generalmente, aunque no siempre, la facultad de enroscarse, aun cuando conservan la facultad de rotación, que poseen también los zarcillos. Las gradaciones entre las plantas trepadoras foliares y las que tienen zarcillos son maravillosas, y ciertas plantas pueden ser colocadas indistintamente en cualquiera de las dos clases. Pero ascendiendo en la serie, desde las plantas que simplemente se enroscan hasta las trepadoras foliares, se añade una importante cualidad, o sea la sensibilidad al contacto, por medio de la cual los pedúnculos de las flores y los peciolos de las hojas, o éstos modificados, convertidos en zarcillos, son excitados a encorvarse alrededor del objeto que los toca y agarrarse a él. El que lea mi memoria sobre estas plantas admitirá, creo yo, que todas las muchas gradaciones de función y conformación existentes entre las plantas que simplemente se enroscan y las que tienen zarcillos son en cada caso utilísimas a la especie. Por ejemplo: es, evidentemente, una gran ventaja para una planta que se enrosca el volverse trepadora foliar, y es probable que toda planta que se enrosca, que posea hojas con peciolos largos, se hubiera convertido en planta trepadora foliar si los peciolos hubiesen poseído, en algún grado, la necesaria sensibilidad al contacto.

Como el enroscarse es el modo más sencillo de subir por un soporte y forma la base de nuestra serie, se puede naturalmente preguntar cómo adquirieron las plantas esta facultad en un grado incipiente, para que se perfeccionase y desarrollase después por la selección natural. La facultad de enroscarse depende, en primer lugar, de que los tallos, cuando jóvenes, sean muy flexibles -y éste es un carácter común a muchas plantas que no son trepadoras-, y, en segundo lugar, de que de continuo se dirijan hacia todos los puntos del horizonte, uno después de otro, sucesivamente, en el mismo orden. Mediante este movimiento, los tallos se inclinan hacia todos los lados, lo que les hace dar vueltas y vueltas. Tan pronto como la parte inferior de un tallo choca contra un objeto cualquiera y es detenida, la parte superior continúa todavía encorvándose y girando, y de este modo necesariamente se enrosca y sube por el soporte. El movimiento de rotación cesa después

que ha empezado a crecer cada vástago. Como en muchas familias distintas de plantas una sola especie o un solo género poseen la facultad de girar, habiendo llegado de este modo a ser trepadores, tienen que haber adquirido independientemente esta facultad, y no pueden haberla heredado de un antepasado común. Por consiguiente, fui llevado a predecir que se encontraría que dista mucho de ser rara en plantas que no trepan una ligera tendencia a un movimiento de esta clase, y que esto ha proporcionado la base para que la selección natural trabaje y produjese perfeccionamiento. Cuando hice esta predicción sólo conocía yo un caso imperfecto: el de los pedúnculos florales jóvenes de una *Maurandia*, que giran débil e irregularmente, como los tallos de las plantas volubles, pero sin hacer uso alguno de esta costumbre. Poco después, Fritz Müller descubrió que los tallos jóvenes de una *Alisma* y de un *Linum* -plantas que no trepan y que están muy separadas en el sistema natural- giraban manifiestamente, aunque con irregularidad, y afirma que tiene fundamento para sospechar que esto ocurre en algunas otras plantas. Estos ligeros movimientos parecen no ser de utilidad alguna a las plantas en cuestión; en todo caso, no tienen la menor utilidad en lo que se refiere a trepar, que es el punto que nos interesa. Sin embargo, podemos ver que si los tallos de estas plantas hubiesen sido flexibles, y si en las condiciones a que están sometidas les hubiese aprovechado subir a cierta altura, entonces la costumbre de girar ligera e irregularmente hubiera podido acrecentarse y ser utilizada mediante selección natural, hasta que se hubiesen convertido en especies volubles bien desarrolladas.

Por lo que se refiere a la sensibilidad de los peciolo y pedúnculo de las hojas y flores y de los zarcillos, casi son aplicables las mismas observaciones que en el caso de los movimientos giratorios de las plantas volubles. Como un gran número de especies pertenecientes a grupos muy distintos están dotadas de esta clase de sensibilidad, ésta tiene que encontrarse en estado naciente en muchas plantas que no se han vuelto trepadoras. Y así ocurre; observé que los pedúnculos florales jóvenes de la *Maurandia* antes citada se encorvaban un poco hacia el lado que era tocado. Morren observó en varias especies de *Oxalis* que las hojas y sus peciolo se movían, sobre todo después de haberlas expuesto a un sol ardiente, cuando eran tocados suave y repetidamente o cuando la planta era sacudida. He repetido estas observaciones en

algunas otras especies de *Oxalis*, con el mismo resultado; en algunas de ellas, el movimiento era perceptible, pero se veía mejor en las hojas jóvenes; en otras era sumamente débil. Un hecho muy importante es que, según la alta autoridad de Hofmeister, los vástagos y hojas jóvenes de todas las plantas se mueven después que han sido sacudidas, y sabemos que, en las plantas trepadoras, sólo durante los primeros estados de crecimiento son sensibles los peciolos y zarcillos.

Apenas es posible que estos débiles movimientos de los órganos jóvenes y crecientes de las plantas, debidos al contacto, o al sacudimiento, puedan ser de alguna importancia funcional. Pero, obedeciendo a diferentes estímulos, las plantas poseen facultades de movimiento que son de importancia manifiesta para ellas; por ejemplo, movimiento hacia la luz, y rara vez apartándose de ésta; movimiento en oposición de la atracción de la gravedad, y rara vez en dirección de ésta. Cuando los nervios y músculos de un animal son excitados por galvanismo o por la absorción de estricnina, puede decirse que los movimientos consiguientes son un resultado accidental, pues los nervios y músculos no se han vuelto especialmente sensibles a estos estímulos. También las plantas parece que, a causa de tener facultad de movimiento, obedeciendo a determinados estímulos, son excitadas de un modo accidental por el contacto o por sacudidas. Por consiguiente, no hay gran dificultad en admitir que, en el caso de plantas de trepadoras foliares o que tienen zarcillos, esta tendencia ha sido aprovechada y aumentada por selección natural. Es, sin embargo, probable, por las razones que he señalado en mi memoria, que esto habrá ocurrido sólo en plantas que habían adquirido ya la facultad de girar y que, de este modo, se habían hecho volubles.

Me he esforzado ya en explicar de qué modo las plantas llegaron a ser volubles, a saber, por el aumento de la tendencia a movimientos giratorios débiles e irregulares que, al principio, no les eran de utilidad alguna, siendo este movimiento, lo mismo que el debido al contacto o sacudida, un resultado incidental de la facultad de movimiento adquirida para otros fines útiles. No pretenderé decidir si la selección natural ha sido o no ayudada durante el desarrollo gradual de las plantas trepadoras por los efectos hereditarios del uso; pero sabemos que ciertos movimientos periódicos, por ejemplo, el llamado sueño de las plantas, están regulados por la costumbre.

He considerado, pues, los suficientes casos -y quizá más de los suficientes-, elegidos cuidadosamente por un competente naturalista, para probar que la selección natural es incapaz de explicar los estados incipientes de las estructuras útiles, y he demostrado -según espero- que no existe gran dificultad sobre este punto. Se ha presentado así una buena oportunidad para extenderse un poco sobre las gradaciones de estructura, asociadas muchas veces a cambio de funciones, asunto importante que no ha sido tratado con extensión bastante en las ediciones anteriores de esta obra. Recapitularé ahora brevemente los casos precedentes.

En el caso de la jirafa, la conservación continua de aquellos individuos de algún rumiante extinguido que alcanzasen muy alto, que tuviesen el cuello, las patas, etc., más largos y pudiesen ramonear un poco por encima de la altura media, y la continuada destrucción de los individuos que no pudiesen ramonear tan alto, habría sido suficiente para la producción de este notable cuadrúpedo; aunque el uso prolongado de todas las partes, unido a la herencia, habrán ayudado de un modo importante a su coordinación.

Respecto a los numerosos insectos que imitan a diversos objetos, no hay nada de improbable en la creencia de que una semejanza accidental con algún objeto común fue, en cada caso, la base para la labor de la selección natural, perfeccionada después por la conservación accidental de ligeras variaciones que hiciesen la semejanza mucho mayor; y esto habrá proseguido mientras el insecto continuase variando y mientras una semejanza, cada vez más perfecta, le permitiese escapar de enemigos dotados de vista penetrante.

En ciertas especies de cetáceos existe una tendencia a la formación de pequeñas puntas córneas y regulares en el paladar; y parece estar por completo dentro del radio de acción de la selección natural el conservar todas las variaciones favorables hasta que las puntas se convirtieron, primero, en prominencias laminares o dientes como los del pico del ganso; luego, en laminillas cortas como las de los patos domésticos; después, en laminillas tan perfectas como las del pato cucharetero, y, finalmente, en las gigantescas placas o barbas, como las de la boca de la ballena franca. En la familia de los patos, las laminillas se usan primero como dientes; luego, en parte, como dientes y, en par-

te, como un aparato filtrante, y, por fin, se usan, casi exclusivamente, para este último objeto.

En estructuras tales como las láminas córneas o barbas de ballena, hasta donde nosotros podemos juzgar, la costumbre o uso poco o nada ha podido hacer tocante a su desarrollo. Por el contrario, puede atribuirse, casi por completo, al uso continuado, unido a la herencia, el traslado del ojo inferior de un pleuronéctido al lado superior de la cabeza; y la formación de una cola prensil puede atribuirse casi por completo al uso continuado, unido a la herencia.

Por lo que se refiere a las mamas de los animales superiores, la conjetura más probable es que primitivamente las glándulas cutáneas de toda la superficie de un saco marsupial segregasen un líquido nutritivo, y que estas glándulas se perfeccionasen en su función por selección natural y se concentrasen en espacios limitados, en cuyo caso habrían formado una mama.

No existe mayor dificultad en comprender cómo las espinas ramificadas de algunos equinodermos antiguos, que servían de defensa, se convirtieron mediante selección natural en pedicelarios tridáctilos, que en comprender el desarrollo de las pinzas de los crustáceos mediante ligeras modificaciones útiles en el último y el penúltimo segmentos de un miembro que al principio se usaba sólo para la locomoción.

En los avicularios y vibráculos de los polizoos tenemos órganos muy diferentes en apariencia, que se han desarrollado a partir de un origen común; y en los vibráculos podemos comprender cómo pudieron haber sido de utilidad las gradaciones sucesivas.

En las polinias de las orquídeas pueden seguirse los filamentos que primitivamente sirvieron para unir los granos de polen hasta que se reúnen, formando caudículas, y pueden seguirse igualmente los grados por los que una materia viscosa, como la segregada por los estigmas de las flores ordinarias, y sirviendo todavía casi -aunque no exactamente- para el mismo objeto, llegó a quedar adherida al extremo libre de las caudículas, siendo todas estas gradaciones de manifiesta utilidad para las plantas en cuestión.

Por lo que se refiere a las plantas trepadoras, no necesito repetir lo que se ha dicho últimamente.

Se ha preguntado muchas veces: si la selección natural es tan potente, ¿por qué no ha sido conseguida por una especie dada ésta o aqué-

lla conformación, que, al parecer, le habría sido ventajosa? Pero no es razonable esperar una respuesta precisa a estas cuestiones, si consideramos nuestra ignorancia de la historia pasada de cada especie y de las condiciones que actualmente determinan el número de sus individuos y su distribución geográfica. En la mayor parte de los casos sólo pueden asignarse razones generales; pero en algunos pueden señalarse razones especiales. Así, para que una especie se adapte a costumbres nuevas, son casi indispensables muchas modificaciones coordinadas, y muchas veces puede haber ocurrido que las partes necesarias no variaron del modo debido o hasta el punto debido. El aumento numérico tiene que haber sido impedido en muchas especies por agentes destructores que no estaban en relación alguna con ciertas conformaciones que imaginamos que deberían haber sido obtenidas por selección natural, porque nos parece que son ventajosas a las especies. En este caso, como la lucha por la vida no depende de estas conformaciones, pudieron no haber sido adquiridas por selección natural. En muchos casos, para el desarrollo de una estructura son necesarias condiciones complejas de mucha duración y, con frecuencia, de naturaleza particular, y las condiciones requeridas raras veces se han reunido. La opinión de que cualquier conformación dada, que creemos -erróneamente muchas veces- que hubiese sido útil a una especie, tiene que haber sido conseguida, en cualesquiera circunstancia, por selección natural, es opuesta a lo que podemos comprender acerca de su modo de acción. Míster Mivart no niega que la selección natural haya efectuado algo, pero considera que puede «demostrarse que es insuficiente» para explicar los fenómenos que explico yo por su acción. Sus argumentos principales han sido ya considerados, y los demás lo serán después. Me parece que participan poco del carácter de una demostración, y que son de poco peso en comparación de los que existen en favor del poder de la selección natural, ayudada por las otras causas varias veces señaladas. Debo añadir que algunos de los hechos y argumentos utilizados por mí en este caso han sido propuestos con el mismo objeto en un excelente artículo publicado recientemente en la *Medico-Chirurgical Review*.

En la actualidad, casi todos los naturalistas admiten la evolución bajo alguna forma. Míster Mivart opina que las especies cambian a causa de «una fuerza interna o tendencia», acerca de la cual no se pre-

tende que se sepa nada. Que las especies son capaces de cambio, será admitido por todos los evolucionistas, pero no hay necesidad alguna, me parece a mí, de invocar ninguna fuerza interna fuera de la tendencia a la variación ordinaria que, gracias a la ayuda de la selección del hombre, ha dado origen a muchas razas domésticas bien adaptadas, y que, gracias a la ayuda de la selección daría igualmente origen, por una serie de gradaciones, a las razas o especies naturales. El resultado final, generalmente, habrá sido, como ya se explicó, un progreso en la organización; pero en un corto número de casos habrá sido un retroceso.

Míster Mivart, además, se inclina a opinar, y algunos naturalistas están de acuerdo con él, que las especies nuevas se manifiestan «súbitamente y por modificaciones que aparecen de una vez». Supone, por ejemplo, que las diferencias entre el extinguido *Hipparion*, que tenía tres dedos, y el caballo, surgieron de repente. Piensa que es difícil creer que el ala de un ave se desarrollase de otro modo que por una modificación «relativamente súbita de carácter señalado e importante», y, al parecer, haría extensiva la misma opinión a las alas de los murciélagos y pterodáctilos. Esta conclusión, que implica grandes interrupciones o discontinuidad en las series, me parece sumamente improbable.

Todo el que crea en una evolución lenta y gradual, admitirá sin duda que los cambios específicos pueden haber sido tan bruscos y grandes como cualquier variación aislada de las que nos encontramos en la naturaleza, o hasta en estado doméstico. Pero, como las especies son más variables cuando están domesticadas o cultivadas que en sus condiciones naturales, no es probable que tales variaciones grandes y bruscas hayan ocurrido con frecuencia en la Naturaleza, como se sabe que surgen accidentalmente en domesticidad. De estas últimas variaciones, algunas pueden atribuirse a reversión, y los caracteres que de este modo reaparecen, en muchos casos, fueron probablemente obtenidos al principio de un modo gradual. Un número todavía mayor merecen el nombre de monstruosidades, como los hombres de seis dedos, los hombres puercos espines, las ovejas ancon, las vacas ñatas, etc.; pero como difieren mucho por sus caracteres de las especies naturales, arrojan poca luz sobre nuestro asunto. Excluyendo estos casos de variaciones bruscas, los pocos restantes, si se encontrasen en estado natural, constituirían, a lo sumo, especies dudosas muy afines con sus tipos progenitores.

Las razones que tengo para dudar de que las especies naturales hayan cambiado tan bruscamente como a veces lo han hecho las razas domésticas, y para no creer en absoluto que hayan cambiado del modo extraño indicado por míster Mivart, son las siguientes: Según nuestra experiencia, las variaciones bruscas y muy marcadas se presentan en nuestras producciones domésticas aisladamente y a intervalos de tiempo bastante largos. Si esto ocurriese en estado natural, las variaciones estarían expuestas, como se explicó anteriormente, a perderse por causas accidentales de destrucción y por cruzamientos sucesivos, y sabemos que esto ocurre en estado doméstico, a menos que las variaciones bruscas de esta clase sean especialmente conservadas y separadas por el cuidado del hombre. Por consiguiente, para que apareciese súbitamente una nueva especie de la manera supuesta por míster Mivart, es casi necesario creer, en oposición a toda analogía, que en el mismo territorio aparecieron simultáneamente muchos individuos portentosamente modificados. Esta dificultad, lo mismo que en el caso de la selección inconsciente por el hombre, queda salvada, según la teoría de la evolución gradual, por la conservación de un gran número de individuos que variaron más o menos en cualquier sentido, favorable, y por la destrucción de un gran número que variaron del modo contrario.

Es casi indudable que muchas especies se han desarrollado de un modo sumamente gradual. Las especies, y aun los géneros de muchas grandes familias naturales, son tan próximos entre sí, que es difícil distinguir ni aun siquiera un corto número de ellas. En todos los continentes, yendo de norte a sur, de las regiones elevadas a las bajas, etc., nos encontramos con una legión de especies muy relacionadas o representativas, como nos ocurre también en ciertos continentes distintos que tenemos razones para creer que estuvieron unidos en otro tiempo. Pero al hacer estas y las siguientes observaciones, me veo obligado a aludir a asuntos que han de ser discutidos más adelante. Si fijamos la atención en las numerosas islas situadas a alguna distancia alrededor de un continente, se verá el gran número de sus habitantes que sólo pueden ser llevados a la categoría de especies dudosas. Lo mismo ocurre si consideramos los tiempos pasados, y comparamos las especies que acaban de desaparecer con las que viven todavía dentro de los mismos territorios, o si comparamos las especies fósiles enterradas en los subsuelos de una misma formación geológica. Es evidente que multitud

de especies están relacionadas del modo más íntimo con otras que viven todavía o que han existido recientemente, y apenas es sostenible que tales especies se hayan desarrollado de un modo brusco o repentino. Tampoco habría que olvidar, cuando consideramos partes determinadas de especies afines en lugar de especies diferentes, que pueden seguirse numerosas gradaciones asombrosamente delicadas que reúnen conformaciones muy diferentes.

Muchos grupos grandes de hechos son comprensibles sólo según el principio de que las especies se han desarrollado a pasos pequeñísimos; por ejemplo, el hecho de que las especies comprendidas en los géneros mayores estén más relacionadas entre sí y presenten un mayor número de variedades que las especies de los géneros menores. Las primeras están, además, reunidas en pequeños grupos, como las variedades alrededor de la especie, y presentan otras analogías con las variedades, como se explicó en el capítulo segundo. Según este mismo principio, podemos comprender por qué es que los caracteres específicos son más variables que los genéricos, y por qué las partes que están desarrolladas en grado o modo extraordinarios son más variables que otras partes de la misma especie. Podrían añadirse muchos hechos análogos, todos en el mismo sentido.

Aun cuando muchísimas especies se han producido, casi con seguridad, por grados no mayores que los que separan variedades pequeñas, sin embargo, puede sostenerse que algunas se han desarrollado de un modo diferente y brusco. No debe, sin embargo, admitirse esto sin que se aporten pruebas poderosas. Apenas merecen consideración las analogías vagas, y en muchos respectos falsas, como lo ha demostrado mister Chauncey Wright, que se han aducido en favor de esta teoría, como la cristalización repentina de las sustancias inorgánicas o la transformación de un poliedro en otro mediante una cara. Una clase de hechos, sin embargo, apoya, a primera vista, la creencia en el desarrollo brusco: es la aparición súbita en las formaciones geológicas de formas orgánicas nuevas y distintas. Pero el valor de esta prueba depende enteramente de la perfección de los registros geológicos, en relación con períodos remotos de la historia del mundo. Si los registros son tan fragmentarios como enérgicamente lo afirman muchos geólogos, no hay nada de extraño en que aparezcan formas nuevas, como si se hubiesen desarrollado súbitamente.

A menos que admitamos transformaciones tan prodigiosas como las invocadas por mister Mivart, tales como el súbito desarrollo de las alas de las aves y murciélagos, o la conversión repentina de un *Hipparion* en un caballo, la creencia en modificaciones bruscas apenas arroja luz alguna sobre la falta de formas de unión en las formaciones geológicas; pero contra la creencia en tales cambios bruscos, la embriología presenta una enérgica protesta. Es notorio que las alas de las aves y murciélagos y las extremidades de los caballos y otros cuadrúpedos no se pueden distinguir en un período embrionario temprano, y que llegan a diferenciarse por delicadas gradaciones insensibles. Semejanzas embriológicas de todas clases pueden explicarse, como veremos después, porque los progenitores de las especies vivientes han variado después de su primera juventud y han transmitido sus caracteres nuevamente adquiridos a sus descendientes en la edad correspondiente. Así, pues, el embrión ha quedado casi sin ser modificado, y sirve como un testimonio de la condición pasada de la especie. De aquí que las especies vivientes tan frecuentemente se asemejen, durante las primeras fases de su desarrollo, a formas antiguas y extinguidas pertenecientes a la misma clase. Según esta opinión sobre la significación de la semejanza embriológica -y en realidad según cualquier opinión-, es increíble que un animal hubiese experimentado transformaciones instantáneas y bruscas como las indicadas antes, y, sin embargo, no llevase en su estado embrionario siquiera una huella de ninguna modificación súbita, desarrollándose cada detalle de su conformación por delicadas gradaciones insensibles.

El que crea que alguna forma antigua, mediante una tendencia o fuerza interna, se transformó de repente, por ejemplo, en otra provista de alas, estará casi obligado a admitir, en oposición a toda analogía, que variaron simultáneamente muchos individuos; y es innegable que estos cambios de estructura, grandes y bruscos, son muy diferentes de los que parecen haber experimentado la mayor parte de las especies. Estará, además, obligado a creer que se han producido repentinamente muchas conformaciones admirablemente adaptadas a todas las otras partes del mismo ser y a las condiciones ambientes; y no podrá presentar ni una sombra de explicación de estas complejas y portentosas adaptaciones. Estará forzado a admitir que estas grandes y bruscas transformaciones no han dejado huella alguna de su acción en el em-

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

brión. Admitir todo esto es, a mi parecer, entrar en las regiones del milagro y abandonar las de la Ciencia.

CAPÍTULO VIII
INSTINTO

Los instintos son comparables con las costumbres, pero difieren por su origen. -Gradación de los instintos.-Pulgonas y hormigas. -Los instintos son variables. -Instintos domésticos; sus orígenes. -Instintos naturales del cuclillo, Molothrus, avestruz e himenópteros. -Hormigas esclavistas. -La abeja común; su instinto de hacer celdillas. -Los cambios de instinto y de estructura no son necesariamente simultáneos. -Dificultades de la teoría de la selección natural de los instintos. -Insectos neutros o estériles. -Resumen.

Muchos instintos son tan maravillosos, que su desarrollo parecerá probablemente al lector una dificultad suficiente para echar abajo toda mi teoría. Debo sentar la premisa de que no me ocupo del origen de las facultades mentales, de igual modo que tampoco lo hago del origen de la vida misma. Nos interesa sólo la diversidad de los instintos y de las demás facultades mentales de los animales de una misma clase.

No intentaré dar definición alguna del instinto. Sería fácil demostrar que comúnmente se abarcan con un mismo término varios actos mentales diferentes; pero todo el mundo comprende lo que se quiere expresar cuando se dice que el instinto impulsa al cuclillo a emigrar y poner sus huevos en nidos de otras aves. Comúnmente se dice que es instintivo un acto para el que nosotros necesitamos experiencia que nos capacite para realizarlos, cuando lo ejecuta un animal, especialmente si es un animal muy joven, sin experiencia, y cuando es realizado del mismo modo por muchos individuos, sin que conozcan para qué fin se ejecuta. Pero podría yo demostrar que ninguno de estos caracteres es universal. Un poco de juicio o razón, según la expresión de Pierre Huber, entra muchas veces en juego aun en animales inferiores de la escala natural.

Federico Cuvier y algunos de los metafísicos antiguos han comparado el instinto con la costumbre. Esta comparación da, creo yo, una noción exacta de la condición mental bajo la cual se realiza un acto instintivo, pero no necesariamente de su origen. ¡Qué inconscientemente se realizan muchos actos habituales, incluso, a veces, en oposición directa de nuestra voluntad consciente!, y, sin embargo, pueden

ser modificados por la voluntad o por la razón. Las costumbres fácilmente llegan a asociarse con otras costumbres, con ciertos períodos de tiempo y con ciertos estados del cuerpo. Una vez adquiridas, muchas veces permanecen constantes durante toda la vida. Podrían señalarse otros varios puntos de semejanza entre los instintos y las costumbres. Como al repetir una canción bien conocida, también en los instintos una acción sigue a otra por una especie de ritmo; si una persona es interrumpida en una canción, o al repetir algo aprendido de memoria, se ve obligada, por lo común, a volver atrás para recobrar el curso habitual de su pensamiento. P. Huber observó que así ocurría en una oruga que hace una cubierta, a modo de hamaca complicadísima; pues dice que, cuando cogía una oruga que había terminado su cubierta, supongamos, hasta el sexto período de la construcción, y la ponía en una cubierta hecha sólo hasta el tercero, la oruga volvía simplemente a repetir los períodos cuarto, quinto y sexto; pero si se cogía una oruga de una cubierta hecha, por ejemplo, hasta el período tercero, y se la ponía una hecha hasta el sexto, de modo que mucho de la obra estuviese ya ejecutado, lejos de sacar de esto algún beneficio, se veía muy embarazada, y, para completar su cubierta, parecía obligada a comenzar desde el período tercero, donde había dejado su trabajo, y de este modo intentaba completar la obra ya terminada.

Si suponemos que una acción habitual se vuelve hereditaria -y puede demostrarse que esto ocurre algunas veces-, en este caso la semejanza entre lo que primitivamente fue una costumbre y un instinto se hace tan grande, que no se distinguen. Si Mozart, en lugar de tocar el clavicordio a los tres años de edad, con muy poquísima práctica, hubiese ejecutado una melodía sin práctica ninguna, podría haberse dicho con verdad que lo había hecho instintivamente. Pero sería un grave error suponer que la mayor parte de los instintos han sido adquiridos por costumbre en una generación, y transmitidos entonces por herencia a las generaciones sucesivas. Puede demostrarse claramente que los instintos más maravillosos de que tenemos noticia, o sea los de la abeja común y los de muchas hormigas, no pudieron haber sido adquiridos por costumbre.

Todo el mundo admitirá que los instintos son tan importantes como las estructuras corporales para la prosperidad de cada especie en sus condiciones de vida actuales. Cambiando éstas es, por lo menos,

posible que ligeras modificaciones del instinto puedan ser útiles alguna especie, y si puede demostrarse que los instintos varían realmente, por poco que sea, entonces no sé ver dificultad alguna en que la selección natural conservase y acumulase continuamente variaciones del instinto hasta cualquier grado que fuese provechoso. Así es, a mi parecer, como se han originado todos los instintos más complicados y maravillosos. No dudo que ha ocurrido con los instintos lo mismo que con las modificaciones de estructura material, que se originan y aumentan por el uso o costumbre y disminuyen o se pierden por el desuso; pero creo que los efectos de la costumbre son, en muchos casos, de importancia subordinada a los efectos de la selección natural, de lo que pueden llamarse variaciones espontáneas de los instintos; esto es, variaciones producidas por las mismas causas desconocidas que producen ligeras variaciones en la conformación física.

Ningún instinto complejo ha podido producirse mediante selección natural, si no es por la acumulación lenta y gradual de numerosas variaciones ligeras, pero útiles. Por consiguiente, lo mismo que en el caso de las conformaciones materiales, tenemos que encontrar en la naturaleza, no las verdaderas gradaciones transitorias, mediante las cuales ha sido adquirido cada instinto complejo -pues éstas se encontrarían sólo en los antepasados por línea directa de cada especie-, sino que tenemos que encontrar alguna prueba de tales gradaciones en las líneas colaterales de descendencia, o, por lo menos, hemos de poder demostrar que son posibles gradaciones de alguna clase, y esto indudablemente podemos hacerlo. Haciéndome cargo de que los instintos de los animales han sido muy poco observados, excepto en Europa y América del Norte, y de que no se conoce ningún instinto en las especies extinguidas, me ha sorprendido ver cuán comúnmente pueden encontrarse gradaciones que llevan a los instintos más complejos. Los cambios en el instinto pueden, a veces, ser facilitados porque la misma especie tenga instintos diferentes en diferentes períodos de su vida o en diferentes estaciones del año, o cuando se halla en diferentes circunstancias, etc.; casos en los cuales, bien un instinto, bien otro, pudo ser conservado por selección natural. Y puede demostrarse que se presentan en la Naturaleza estos ejemplos de diversidad de instintos en la misma especie.

Además, lo mismo que en el caso de conformación física, y de

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

acuerdo con mi teoría, el instinto de cada especie es bueno para ella misma; y, hasta donde podemos juzgar, jamás ha sido producido para el exclusivo bien de otras especies. Uno de los ejemplos más notables de que tengo noticia, de un animal que aparentemente realiza un acto para el solo bien de otro, es el de los pulgones, que, según fue observado por vez primera por Huber, dan espontáneamente su dulce secreción a las hormigas; y que la dan espontáneamente lo demuestran los hechos siguientes: Quité todas las hormigas de un grupo de una docena de pulgones que estaban sobre una romaza, e impedí durante varias horas el que las hormigas se ocupasen de ellos. Después de este intervalo, estaba yo seguro de que los pulgones necesitarían excretar. Los examiné durante algún tiempo con una lente, pero ninguno excretaba; entonces les hice cosquillas y golpeé con un pelo, del mismo modo, hasta donde me fue posible, que lo hacen las hormigas con sus antenas; pero ninguno excretaba. Después dejé que una hormiga los visitase, y ésta, inmediatamente, por su ansiosa manera de marchar, pareció darse cuenta del riquísimo rebaño que habla descubierto; entonces empezó a tocar, con las antenas encima del abdomen de un pulgón primero, y luego de otro, y todos, tan pronto como sentían las antenas, levantaban inmediatamente el abdomen y excretaban una límpida gota de dulce jugo, que era devorada ansiosamente por la hormiga. Incluso los pulgones más jóvenes se conducían de este modo, mostrando que la acción era instintiva, y no resultado de la experiencia. Según las observaciones de Huber, es seguro que los pulgones no muestran aversión alguna a las hormigas: si éstas faltan, se ven, al fin, obligados a expulsar su excreción; pero como ésta es muy viscosa, es indudablemente una conveniencia para los pulgones el que se la quiten, por lo cual, verisímilmente, no excretan sólo para bien de las hormigas. Aun cuando no existe prueba alguna de que ningún animal realice un acto para el exclusivo bien de otra especie, sin embargo, todas se esfuerzan en sacar ventajas de los instintos de otras, y todas sacan ventaja de la constitución física más débil de otras especies. Así también, ciertos instintos no pueden ser considerados como absolutamente perfectos; pero como no son indispensables detalles acerca de uno u otro de estos puntos, podemos aquí pasarlos por alto.

Como para la acción de la selección natural son imprescindibles algún grado de variación en los instintos en estado natural y la heren-

cia de estas variaciones, debieran darse cuantos ejemplos fuesen posibles; pero me lo impide la falta de espacio. Sólo puedo afirmar que los instintos indudablemente varían -por ejemplo, el instinto migratorio- tanto en extensión y dirección como en perderse totalmente. Lo mismo ocurre con los nidos de las aves, que varían, en parte, dependiendo de las situaciones escogidas y de la naturaleza y temperatura de la región habitada; pero que varían con frecuencia por causas que nos son completamente desconocidas. Audubon ha citado varios casos notables de diferencias en los nidos de una misma especie en los Estados Unidos del Norte y en los del Sur. Se ha preguntado: ¿Por qué, si el instinto es variable, no ha dado a la abeja «la facultad de utilizar algún otro material cuando faltaba la cera»? Pero ¿qué otro material natural pudieron utilizar las abejas? Las abejas quieren trabajar, según he visto, con cera endurecida con bermellón o reblandecida con manteca de cerdo. Andrew Knight observó que sus abejas, en lugar de recoger trabajosamente propóleos, usaban un cemento de cera y trementina, con el que había cubierto árboles descortezados. Recientemente se ha demostrado que las abejas, en lugar de buscar polen, utilizan gustosas una substancia muy diferente: la harina de avena. El temor de un enemigo determinado es ciertamente una cualidad instintiva, como puede verse en los pajarillos que no han salido aún del nido, si bien aumenta por la experiencia y por ver en otros animales el temor del mismo enemigo. Los diferentes animales que habitan en las islas desiertas adquieren lentamente el temor del hombre, como he demostrado en otro lugar; y podemos ver un ejemplo de esto incluso en Inglaterra, en donde todas nuestras aves grandes son más salvajes que las pequeñas, porque las grandes han sido perseguidas por el hombre. Podemos seguramente atribuir a esta causa el que las aves grandes sean más salvajes, pues en las islas deshabitadas las aves grandes no son más tímidas que las pequeñas, y la urraca, tan desconfiada en Inglaterra, es mansa en Noruega, como lo es el grajo de capucha en Egipto.

Podría probarse, por numerosos hechos, que varían mucho las cualidades mentales de los animales de la misma especie nacidos en estado natural. Podrían citarse varios casos de costumbres ocasionales y extrañas en animales salvajes, que, si fuesen ventajosas para la especie, podían haber dado origen, mediante selección natural, a nuevos instintos. Pero estoy plenamente convencido de que estas afirmaciones

generales, sin los hechos detallados, producirán poquísimos efectos en el ánimo del lector. Puedo sólo repetir mi convicción de que no hablo sin tener buenas pruebas.

CAMBIOS HEREDITARIOS DE COSTUMBRES O INSTINTOS EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS

La posibilidad, y aun la probabilidad, de variaciones hereditarias de instinto en estado natural, quedará confirmada considerando brevemente algunos casos de animales domésticos. De este modo podremos ver el papel que la costumbre y la selección de las llamadas variaciones espontáneas han representado en la modificación de las facultades mentales de los animales domésticos. En los gatos, por ejemplo, unos se ponen naturalmente a cazar ratas, y otros ratones; y se sabe que estas tendencias son hereditarias. Un gato, según míster St. John, traía siempre a la casa aves de caza; otro, liebres y conejos, y otro, cazaba en terrenos pantanosos, y cogía casi todas las noches chochas y agachadizas. Podrían citarse algunos ejemplos curiosos y auténticos de diferentes matices en la disposición y gustos, y también de las más extrañas estrategias, relacionados con ciertas disposiciones mentales o períodos de tiempo, que son hereditarios. Pero consideramos el caso familiar de las razas de perros. Es indudable que los perros de muestra jóvenes -yo mismo he visto un ejemplo notable- algunas veces muestran la caza y hasta hacen retroceder a otros perros la primera vez que se les saca; el cobrar la caza es, seguramente, en cierto grado, hereditario en los *retrievers*, como lo es en los perros de pastor cierta tendencia a andar alrededor del rebaño de carneros, en vez de echarse a él. No sé ver que estos actos, realizados sin experiencia por los individuos jóvenes, y casi del mismo modo por todos los individuos, realizados con ansioso placer por todas las castas y sin que el fin sea conocido -pues el cachorro del perro de muestra no puede saber que él señala la caza para ayudar a su dueño, mejor de lo que sabe una mariposa de la col por qué pone sus huevos en la hoja de una col-; no sé ver que estos actos difieren esencialmente de los verdaderos instintos. Si viésemos una especie de lobo, que, joven y sin domesticación alguna, tan pronto como oliese su presa permaneciese inmóvil como una estatua y luego lentamente se fuese adelante con un paso particular, y otra especie de lobo que

en lugar de echarse a un rebaño de ciervos se precipitase corriendo alrededor de ellos y los empujase hacia un punto distante, seguramente llamaríamos instintivos a estos actos. Los instintos domésticos, como podemos llamarlos, son ciertamente mucho menos fijos que los naturales; pero sobre ellos ha actuado una selección mucho menos rigurosa, y se han transmitido durante un período incomparablemente más corto en condiciones de vida menos fijas.

Cuando se cruzan diferentes razas de perros se demuestra bien lo tenazmente que se heredan estos instintos, costumbres y disposiciones domésticos, y lo curiosamente que se mezclan. Así, se sabe que un cruzamiento con un *bull-dog* ha influido, durante muchas generaciones, en el valor y terquedad de unos galgos, y un cruzamiento con un galgo ha dado a toda una familia de perros de ganado una tendencia a cazar liebres. Estos instintos domésticos, comprobados de este modo por cruzamientos, se asemejan a los instintos naturales, que de un modo análogo se entremezclan curiosamente, y durante un largo período manifiestan huellas de los instintos de cada progenitor. Por ejemplo: Le Roy describe un perro cuyo bisabuelo era un lobo, y este perro mostraba un indicio de su parentela salvaje en una sola cosa: el no ir en línea recta a su amo cuando le llamaba.

Se ha hablado algunas veces de los instintos domésticos cómo de actos que se han hecho hereditarios, debido solamente a la costumbre impuesta y continuada durante mucho tiempo; pero esto no es cierto. Nadie tuvo que haber ni siquiera pensado en enseñar -ni probablemente pudo haber enseñado- a dar volteretas a la paloma volteadora, acto que realizan, como yo he presenciado, los individuos jóvenes, que nunca han visto dar volteretas a ninguna paloma. Podemos creer que alguna paloma mostró una ligera tendencia a esta extraña costumbre, y que la selección continuada durante mucho tiempo de los mejores individuos en las sucesivas generaciones hizo de las volteadoras lo que son hoy, y, según me dice míster Brent, cerca de Glasgow hay volteadoras caseras, que no pueden volar a una altura de diez y ocho pulgadas sin dar la vuelta. Es dudoso que alguien hubiera pensado en enseñar a un perro a mostrar la caza, si no hubiese habido algún perro que presentase, naturalmente, tendencia en este sentido; y se sabe que esto ocurre accidentalmente, como vi yo una vez en un *terrier* de pura raza; el hecho de mostrar, es, probablemente, como muchos han pensado, tan

sólo la detención exagerada de un animal para saltar sobre su presa. Cuando apareció la primera tendencia a mostrar la selección metódica y los efectos hereditarios del amaestramiento impuesto en cada generación sucesiva, hubieron de completar pronto la obra, y la selección inconsciente continúa todavía cuando cada cual -sin intentar mejorar la casta- se esfuerza en conseguir perros que muestren y cacen mejor. Por otra parte, la costumbre sólo en algunos casos ha sido suficiente; casi ningún otro animal es más difícil de amansar que el gazapo de un conejo de monte, y apenas hay animal más manso que el gazapo del conejo amansado; pero difícilmente puedo suponer que los conejos domésticos hayan sido seleccionados frecuentemente, sólo por mansos, de modo que tenemos que atribuir a la costumbre y al prolongado encierro la mayor parte, por lo menos, del cambio hereditario, desde el extremo salvajismo a la extrema mansedumbre.

Los instintos naturales se pierden en estado doméstico: un ejemplo notable de esta se ve en las razas de las gallinas, que rarísima vez, o nunca, se vuelven cluecas, o sea, que nunca quieren ponerse sobre sus huevos. Sólo el estar tan familiarizados, nos impide que veamos cuánto y cuán permanentemente se han modificado las facultades mentales de nuestros animales domésticos. Apenas se puede poner en duda que el amor al hombre se ha hecho instintivo en el perro. Los lobos, zorros, chacales y las especies del género de los gatos, cuando se les retiene domesticados sienten ansia de atacar a las aves de corral, ovejas y cerdos, y esta tendencia se ha visto que es irremediable en los perros que han sido importados, cuando cachorros, desde países como la Tierra del Fuego y Australia, donde los salvajes no tienen estos animales domesticados. Por el contrario, qué raro es que haya que enseñar a nuestros perros civilizados, aun siendo muy jóvenes, a que no ataquen a las aves de corral, ovejas y cerdos. Indudablemente alguna vez atacan, y entonces se les pega, y si no se corrigen se les mata; de modo que la costumbre y algún grado de selección han concurrido probablemente a civilizar por herencia a nuestros perros. Por otra parte, los pollitos han perdido, enteramente por costumbre, aquel temor al perro y al gato, que sin duda fue en ellos primitivamente instintivo; pues me informa el capitán Hutton que los pollitos pequeños del tronco primitivo, el *Gallus banquiva*, cuando se les cría en la India, empollándolos una gallina, son al principio extraordinariamente salvajes. Lo mismo ocurre

con los polluelos de los faisanes sacados en Inglaterra con una gallina. No es que los polluelos hayan perdido todo temor, sino solamente el temor a los perros y los gatos, pues si la gallina hace el cloqueo de peligro, se escapan -especialmente los pollos de pavo- de debajo de ella, y se esconderán entre las hierbas y matorrales próximos; y esto lo hacen evidentemente con el fin instintivo de permitir que su madre escape volando, como vemos en las aves terrícolas salvajes. Pero este instinto conservado por nuestros polluelos se ha hecho inútil en estado doméstico, pues la gallina casi ha perdido, por desuso, la facultad de volar.

Por consiguiente, podemos llegar a la conclusión de que en estado doméstico se han adquirido instintos y se han perdido instintos naturales, en parte por costumbre, y en parte porque el hombre ha seleccionado y acumulado durante las sucesivas generaciones costumbres y actos mentales especiales que aparecieron por vez primera, por lo que, en nuestra ignorancia, tenemos que llamar casualidad. En algunos casos las costumbres impuestas, por si solas, han bastado para producir cambios mentales hereditarios; en otros, las costumbres impuestas no han hecho nada, y todo ha sido resultado de la selección continuada, tanto metódica como inconsciente; pero en la mayor parte de los casos han concurrido probablemente la costumbre y la selección.

INSTINTOS ESPECIALES

Quizá, considerando algunos casos, comprenderemos mejor cómo los instintos en estado natural han llegado a modificarse por selección. Elegiré sólo tres, a saber: el instinto que lleva al cuclillo a poner sus huevos en nidos de otras aves, el instinto que tienen ciertas hormigas a procurarse esclavas y la facultad de hacer celdillas que tiene la abeja común. Estos dos últimos instintos han sido considerados, justa y generalmente, por los naturalistas como los más maravillosos de todos los conocidos.

Instintos del cuclillo:

Suponen algunos naturalistas que la causa más inmediata del instinto del cuclillo es que no pone sus huevos diariamente, sino con in-

tervalos de dos o tres días, de modo que, si tuviese que hacer su nido e incubar sus propios huevos, los primeramente puestos quedarían durante algún tiempo sin ser incubados, o tendría que haber huevos y pajarillos de diferente tiempo en el mismo nido. Si así fuese, el proceso de puesta e incubación sería excesivamente largo, especialmente porque la hembra emigra muy pronto, y los pajarillos recién salidos del huevo tendrían probablemente que ser alimentados por el macho solo. Pero el cuclillo de América está en estas circunstancias, pues la hembra hace su propio nido y tiene a un mismo tiempo huevos y pajarillos nacidos sucesivamente. Se ha afirmado y se ha negado que el cuclillo americano pone accidentalmente sus huevos en nidos de otros pájaros; pero el doctor Merrell, de Iowa, me ha dicho recientemente que una vez, en Illinois, encontró en el nido de un arrendajo azul (*Garrulus cristatus*) un cuclillo pequeño junto con un arrendajo pequeño, y como ambos tenían ya casi toda la pluma, no pudo haber error en su identificación. Podría citar algunos ejemplos de diferentes pájaros de los que se sabe que alguna vez ponen sus huevos en los nidos de otros pájaros. Supongamos ahora que un remoto antepasado de nuestro cuclillo europeo tuvo las costumbres del cuclillo americano, y que la hembra a veces ponía algún huevo en el nido de otra ave. Si el ave antigua obtuvo algún provecho por esta costumbre accidental, por serle posible emigrar más pronto, o por alguna otra causa, o si los pequeñuelos, por haber sacado provecho del engañado instinto de otra especie, resultaron más vigorosos que cuando los cuidaba su propia madre, abrumada, como apenas podía dejar de estarlo teniendo huevos y pequeñuelos de diferentes edades a un mismo tiempo, entonces los pájaros adultos y los pequeñuelos obtendrían ventajas. Y la analogía nos llevaría a creer que las crías sacadas de este modo serían aptas para seguir, por herencia, la costumbre accidental y aberrante de su madre, y, a su vez, tenderían a poner sus huevos en nidos de otras aves y a tener, de este modo, mejor éxito en la cría de sus pequeños. Mediante un largo proceso de esta naturaleza, creo yo que se ha producido el instinto de nuestro cuclillo. También se ha afirmado recientemente, con pruebas suficientes, por Adolf Müller, que el cuclillo pone a veces sus huevos sobre el suelo desnudo, los incuba y alimenta sus pequeños. Este hecho extraordinario es probablemente un caso de reversión al primitivo instinto de nidificación, perdido desde hace mucho tiempo.

Se ha propuesto la objeción de que yo no he hecho mención de otros instintos y adaptaciones de estructura correlativos en el cuclillo, de los que se ha dicho que están necesariamente coordinados. Pero, en todo caso, es inútil el hacer teorías sobre un instinto que nos es conocido tan sólo en una sola especie, pues hasta ahora no tenemos hechos que nos guíen. Hasta hace poco tiempo sólo se conocían los instintos del cuclillo europeo y del cuclillo americano, que no es parásito; actualmente, debido a las observaciones de míster Ramsay, hemos sabido algo sobre tres especies australianas que ponen sus huevos en nidos de otras aves. Los puntos principales que hay que indicar son tres: primero, que el cuclillo común, con raras excepciones, pone un solo huevo en un nido, de modo que el ave joven, grande y voraz, recibe abundantemente alimento. Segundo, que los huevos son notablemente pequeños, no mayores que los de la alondra, ave cuyo tamaño es aproximadamente como una cuarta parte del de un cuclillo; y podemos deducir que este pequeño tamaño del huevo es un caso real de adaptación, del hecho de que el cuclillo americano, que no es parásito, pone huevos del tamaño normal. Tercero, que el cuclillo en cuanto nace tiene el instinto, la fuerza y el dorso especialmente conformado para desalojar a sus hermanos adoptivos, que entonces, por consiguiente, mueren de frío y hambre. Esto ha sido audazmente llamado una disposición benéfica para que el cuclillo joven pueda conseguir comida suficiente, y que sus hermanos adoptivos perezcan antes de que hayan adquirido mucha sensibilidad.

Volviendo ahora a las especies australianas, aun cuando estas aves ponen en un nido generalmente un solo huevo, no es raro encontrar dos y hasta tres huevos en el mismo nido. En el cuclillo bronceado los huevos varían mucho de tamaño, siendo su longitud de ocho a diez líneas. Ahora bien; si hubiese sido ventajoso a esta especie el haber puesto huevos todavía menores que actualmente, de modo que hubiesen engañado a ciertos padres adoptivos, o lo que es más probable, se hubiesen desarrollado en menos tiempo -pues se asegura que existe relación entre el tamaño de los huevos y la duración de su incubación-, en este caso no hay dificultad en creer que pudo haberse formado una raza o especie que hubiese puesto huevos cada vez menores, pues éstos habrían sido incubados y logrados con más seguridad. Hace observar míster Ramsay que dos de los cuclillos australianos, cuando ponen

sus huevos en un nido abierto, manifiestan preferencia por nidos que contengan huevos de color próximo al de los suyos. La especie europea parece manifestar cierta tendencia a un instinto semejante; pero no es raro que se aparte de él, como lo demuestra al poner sus huevos mates de color pálido en el nido de la curruca de invierno, que tiene los huevos brillantes de color azul verdoso. Si nuestro cuclillo hubiera desplegado invariablemente el instinto antedicho, éste se habría seguramente agregado a los instintos que se pretende que tienen que haber sido adquiridos todos juntos. Los huevos del cuclillo bronceado de Australia, según míster Ramsay, varían muchísimo de color, de modo que, en este particular, lo mismo que en el tamaño, la selección natural pudo haber asegurado y fijado alguna variación ventajosa.

En el caso del cuclillo europeo, los hijos de los padres adoptivos son, por lo común, arrojados del nido a los tres días de haber salido el cuclillo del huevo, y como el cuclillo a esta edad se encuentra en un estado en que no puede valerse, míster Gould se inclinó primero a creer que el acto de la expulsión era ejecutado por los mismos padres nutricios; pero ahora ha recibido un informe fidedigno de que un cuclillo, todavía ciego e incapaz hasta de levantar su propia cabeza, fue positivamente visto en el acto de arrojar a sus hermanos adoptivos. El observador volvió a colocar en el nido uno de éstos, y fue arrojado de nuevo. Respecto de los medios por los que fue adquirido este extraño y odioso instinto, si fue de gran importancia para el joven cuclillo, como lo fue probablemente el recibir tanta comida como sea posible en seguida de su nacimiento, no sé ver especial dificultad en que el cuclillo, durante las sucesivas generaciones, haya adquirido gradualmente el deseo ciego, la fuerza y la estructura necesarias para el trabajo de expulsión, pues aquellos cuclillos jóvenes que tuviesen más desarrollada tal costumbre y conformación serían los que se criarían con más seguridad. El primer paso hacia la adquisición de este instinto pudo haber sido la simple inquietud involuntaria por parte del joven cuclillo, ya un poco adelantado en edad y fuerza, habiéndose después perfeccionado y transmitido esta costumbre a una edad más temprana. No sé ver en esto mayor dificultad que en que los polluelos de otras aves, antes de salir del huevo, adquirieran el instinto de romper su propio cascarón, o en que en las culebras pequeñas, como lo ha señalado Owen, se forme en las mandíbulas superiores un diente agudo transitorio para

cortar la cubierta apergaminada del huevo; pues si cada parte es susceptible de variaciones individuales en todas las edades, y las variaciones tienden a ser heredadas a la edad correspondiente o antes -hechos que son indiscutibles-, los instintos y la conformación del individuo joven pudieron modificarse lentamente, lo mismo que los del adulto, y ambas hipótesis tienen que sostenerse o caer junto con toda la teoría de la selección natural.

Algunas especies de *Molothrus*, género muy característico de aves en América, afín a nuestros estorninos, tienen costumbres parásitas como las del cuclillo, y las especies presentan una interesante gradación en la perfección de sus instintos. Míster Hudson, excelente observador, ha comprobado que los machos y hembras de *Molothrus badius* viven a veces en bandadas, reunidos en promiscuidad, y otras veces forman parejas. Unas veces construyen nido propio, otras se apoderan de uno perteneciente a alguna otra ave, a veces arrojando los pajarillos del extraño. Unas veces ponen sus huevos en el nido que se han apropiado de esta manera o, lo que es bastante extraño, construyen uno para ellos encima de aquél. Comúnmente empollan sus propios huevos y crían sus propios hijos; pero míster Hudson dice que es probable que sean accidentalmente parásitos, pues ha visto a los pequeñuelos de esta especie siguiendo a aves adultas de otra y gritando para que los alimentasen. Las costumbres parásitas de otra especie de *Molothrus*, el *M. bonariensis*, están bastante más desarrolladas que las de aquél, pero distan mucho de ser perfectas. Esta ave, según lo que de ella se sabe, pone invariablemente sus huevos en nidos de extraños; pero es notable que a veces varias, juntas, empiezan por sí mismas a construir un nido irregular y mal acondicionado, colocado en sitios singularmente inadecuados, tales como en las hojas de un gran cardo. Sin embargo, según lo que ha averiguado míster Hudson, nunca terminan un nido para sí mismas. Con frecuencia ponen tantos huevos -de quince a veinte- en el mismo nido adoptivo, que pocos o ninguno podrán dar pequeñuelos. Tienen además la extraordinaria costumbre de agujerear picoteando los huevos, tanto los de su propia especie como los de los padres nutricios, que encuentran en los nidos que se han apropiado. Ponen también muchos huevos en el suelo desnudo, los cuales quedan de este modo inútiles. Una tercera especie, el *M. pecoris* de América del Norte, ha adquirido instintos tan perfectos como los del cuclillo,

pues nunca pone más de un huevo en el nido adoptivo, de modo que el pajarillo se cría seguramente. Míster Hudson es tenazmente incrédulo en la evolución; pero parece haber sido tan impresionado por los instintos imperfectos del *Molothrus bonariensis*, que cita mis palabras y pregunta: «¿Hemos de considerar estas costumbres no como instintos especialmente fundados o creados, sino como pequeñas consecuencias de una ley general, o sea, la de transición?»

Diferentes aves, como se ha hecho ya observar, ponen a veces sus huevos en los nidos de otras. Esta costumbre no es muy rara en las gallináceas, y da alguna luz acerca del singular instinto de los avestruces. En esta familia se reúnen varias hembras, y ponen primero un corto número de huevos en un nido y después en otro, y estos huevos son incubados por los machos. Este instinto puede explicarse probablemente por el hecho de que los avestruces hembras ponen un gran número de huevos, pero con intervalo de dos o tres días, lo mismo que, el cuclillo. Sin embargo, el instinto del avestruz de América, lo mismo que en el caso del *Molothrus bonariensis*, todavía no se ha perfeccionado, pues un número sorprendente de huevos quedan desparramados por las llanuras, hasta el punto que en un solo día de caza recogí no menos de veinte huevos perdidos e inutilizados.

Muchos himenópteros son parásitos, y ponen regularmente sus huevos en nidos de otras especies de himenópteros. Este caso es más notable que el del cuclillo, pues en estos himenópteros se han modificado no sólo sus instintos, sino también su conformación en relación con sus costumbres parásitas, pues no poseen el aparato colector del polen, que hubiera sido indispensable si recogiesen comida para sus propias crías. Algunas especies de esfégidos -insectos que parecen avispas- son también parásitos, y *monsieur* Fabre, recientemente, ha señalado motivos fundados para creer que, aun cuando el *Tachytes nigra* generalmente hace su propio agujero y lo aprovisiona con presas paralizadas para sus propias larvas, a pesar de esto, cuando este insecto encuentra un agujero ya hecho y aprovisionado por otro esfégido, se aprovecha de la ventaja y se hace accidentalmente parásito. En este caso, como en el del *Molothrus* o en el del cuclillo, no sé ver dificultad alguna en que la selección natural haga permanente una costumbre accidental, si es ventajosa para la especie, y si no es exterminado de este modo el insecto cuyo nido y provisión de comida se apropia traidoramente.

Instinto esclavista:

Este notable instinto fue descubierto por vez primera en la *Formica (Polyerges) rufescens* por Pierre Huber, observador mejor aún que su famoso padre. Esta hormiga depende en absoluto de sus esclavas: sin su ayuda la especie se extinguiría seguramente en un solo año. Los machos y las hembras fecundas no hacen trabajo de ninguna clase, y las obreras, o hembras estériles, aunque sumamente enérgicas y valerosas al apresar esclavas, no hacen ningún otro trabajo; son incapaces de construir sus propios nidos y de alimentar sus propias larvas. Cuando el nido viejo resulta incómodo y tienen que emigrar, son las esclavas las que determinan la emigración y llevan positivamente en sus mandíbulas a sus amas. Tan por completo incapaces de valerse son las amas, que, cuando Huber encerró treinta de ellas sin ninguna esclava, pero con abundancia de la comida que más les gusta, y con sus propias larvas y ninfas para estimularlas a trabajar, no hicieron nada; no pudieron ni siquiera alimentarse a sí mismas, y muchas murieron de hambre. Entonces introdujo Huber una sola esclava (*F. fusca*), y ésta inmediatamente se puso a trabajar, alimentó y salvó a las supervivientes, hizo algunas celdas y cuidó de las larvas, y lo puso todo en orden. ¿Qué puede haber más extraordinario que estos hechos certísimos? Si no hubiésemos sabido de ninguna otra hormiga esclavista, habría sido desesperanzado el meditar acerca de cómo un instinto tan maravilloso pudo haber llegado a esta perfección.

Huber descubrió también, por vez primera, que otra especie, *Formica sanguinea*, era hormiga esclavista. Esta especie se encuentra en las regiones meridionales de Inglaterra, y sus costumbres han sido objeto de estudio por míster J. Smith, del *British Museum*, a quien estoy muy obligado por sus indicaciones sobre éste y otros asuntos. Aunque dando crédito completo a las afirmaciones de Huber y de míster Smith, procuré llegar a este asunto con una disposición mental escéptica, pues a cualquiera puede muy bien excusársele de que dude de la existencia de un instinto tan extraordinario como el de tener esclavas. Por consiguiente, daré con algún detalle las observaciones que hice. Abrí catorce hormigueros de *F. sanguinea*, y en todos encontré algunas esclavas. Los machos y las hembras fecundas de la especie esclava (*F.*

fusca) se encuentran sólo en sus propias comunidades, y nunca han sido observados en los hormigueros de *F. sanguinea*. Las esclavas son negras, y su tamaño no mayor de la mitad del de sus amas, que son rojas, de modo que el contraste de aspecto es grande. Si se inquieta algo el hormiguero, las esclavas salen de vez en cuando y, lo mismo que sus amas, se muestran muy agitadas y defienden el hormiguero; si se perturba mucho el hormiguero y las larvas y ninfas quedan expuestas, las esclavas trabajan enérgicamente, junto con sus amas, en transportarlas a un lugar seguro; por lo tanto, es evidente que las esclavas se encuentran completamente como en su casa. En los meses de junio y julio, en tres años sucesivos, observé durante muchas horas varios hormigueros en Surrey y Sussex, y nunca vi a ninguna esclava entrar o salir del hormiguero. Como en estos meses las esclavas son en cortísimo número, pensé que debían conducirse de modo diferente cuando fuesen más numerosas; pero míster Smith me informa que ha observado los hormigueros a diferentes horas en mayo, junio y agosto, tanto en Surrey como en Hampshire, y, a pesar de existir en gran número en agosto, nunca ha visto a las esclavas entrar o salir del hormiguero; y, por consiguiente, las considera como esclavas exclusivamente domésticas. A las amas, por el contrario, se les puede ver constantemente llevando materiales para el hormiguero y comidas de todas clases. Durante el año 1860, sin embargo, en el mes de julio, tropecé con un hormiguero con una provisión extraordinaria de esclavas, y observé algunas de ellas que, unidas con sus amas, abandonaban el hormiguero y marchaban, por el mismo camino, hacia un gran pino silvestre, distante veinticinco yardas, al que subieron juntas, probablemente, en busca de pulgones o cóccidos. Según Huber, que tuvo muchas ocasiones para la observación, las esclavas, en Suiza, trabajan habitualmente con sus amos en hacer el hormiguero; pero ellas solas abren y cierran las puertas por la mañana y la noche, y, como Huber afirma expresamente, su principal oficio es buscar pulgones. Esta diferencia en las costumbres ordinarias de las amas y de las esclavas, en los dos países, probablemente depende sólo de que las esclavas son capturadas en mayor número en Suiza que en Inglaterra.

Un día, afortunadamente, fui testigo de una emigración de *F. sanguinea* de un hormiguero a otro, y era un espectáculo interesantísimo el ver las amas llevando cuidadosamente a sus esclavas en las mandí-

bulas, en vez de ser llevadas por ellas, como en el caso de *F. rufescens*. Otro día llamó mi atención una veintena aproximadamente de hormigas esclavistas rondando por el mismo sitio, y evidentemente no en busca de comida; se acercaron, y fueron vigorosamente rechazadas por una colonia independiente de la especie esclava (*F. fusca*); a veces, hasta tres de estas hormigas se agarraban a las patas de la especie esclavista *F. sanguinea*. Esta última mataba cruelmente a sus pequeñas adversarias, cuyos cuerpos muertos llevaba como comida a su hormiguero, distante veintinueve yardas; pero les fue impedido el conseguir ninguna ninfa para criarla como esclava. Entonces desenterré algunas ninfas de *F. fusca* de otro hormiguero, y las puse en un sitio despejado, cerca del lugar del combate, y fueron cogidas ansiosamente y arrastradas por las tiranas, que quizá se imaginaron que después de todo habían quedado victoriosos en su último combate.

Al mismo tiempo dejé en el mismo lugar unas cuantas ninfas de otra especie, *F. flava*, con algunas de estas pequeñas hormigas amarillas adheridas todavía a fragmentos de su hormiguero. Esta especie, algunas veces, aunque raras, es reducida a esclavitud, según ha sido descrito por míster Smith. A pesar de ser una especie tan pequeña, es muy valiente, y la he visto atacando ferozmente a otras hormigas. En un caso encontré, con sorpresa, una colonia independiente de *F. flava* bajo una piedra, debajo de un hormiguero de la *F. sanguinea*, que es esclavista, y habiendo perturbado accidentalmente ambos hormigueros, las hormigas pequeñas atacaron a sus corpulentas vecinas con sorprendente valor. Ahora bien; tenía yo curiosidad de averiguar si las *F. sanguinea* podían distinguir las ninfas de *F. fusca*, que habitualmente reducen a esclavitud, de las de la pequeña y furiosa *F. flava*, que rara vez capturan, y resultó evidente que podía distinguir las inmediatamente; pues vimos que, ansiosas, cogían inmediatamente a las ninfas de *F. fusca*, mientras que se aterrorizaban al encontrarse con las ninfas y hasta con la tierra del hormiguero de *F. flava*, y se escapaban rápidamente; si bien, al cabo de un cuarto de hora aproximadamente, poco después que todas las hormiguitas amarillas se habían retirado, cobraron ánimo y se llevaron las ninfas.

Una tarde visité otra colonia de *F. sanguinea*, y encontré un gran número de estas hormigas que volvían y entraban en su hormiguero llevando los cuerpos muertos de *F. fusca* -lo que demostraba que no era

esto una emigración- y numerosas ninfas. Fui siguiendo, unas cuarenta yardas, una larga fila de hormigas cargadas de botín, hasta llegar a un matorral densísimo de brezos, de donde vi salir el último individuo de *F. sanguinea* llevando una ninfa; pero no pude encontrar el devastado hormiguero en el tupido brezal. El hormiguero, sin embargo, debía estar muy cerca, pues dos o tres individuos de *F. fusca* se movían con la mayor agitación, y uno estaba colgado, sin movimiento, al extremo de una ramita de brezo, con una ninfa de su misma especie en la boca; una imagen de la desesperación sobre el hogar saqueado.

Tales son los hechos -aun cuando no necesitaban, mi confirmación- que se refieren al maravilloso instinto de esclavismo. Obsérvese qué contraste ofrecen las costumbres instintivas de *F. sanguinea* con las de *F. rufescens*, que vive en el continente. Esta última no construye su propio hormiguero, ni determina sus propias emigraciones, ni recolecta comida para sí misma ni para sus crías, y ni siquiera puede alimentarse; depende en absoluto de sus numerosas esclavas; *F. sanguinea*, por el contrario, posee muchas menos esclavas, y en la primera parte del verano sumamente pocas; las amas determinan cuándo y dónde se ha de formar un nuevo hormiguero, y cuando emigran, las amas llevan las esclavas. Tanto en Suiza como en Inglaterra, las esclavas parecen tener el cuidado exclusivo de las larvas, y las amas van solas en las expediciones para coger esclavas. En Suiza, esclavas y amas trabajan juntas haciendo el hormiguero y llevando materiales para él; unas y otras, pero principalmente las esclavas, cuidan y ordeñan -como pudiera decirse- sus pulgones, y de este modo unas y otras recogen comida para la comunidad. En Inglaterra, sólo las amas abandonan ordinariamente el hormiguero para recoger materiales de construcción y comida para sí mismas, sus larvas y esclavas; de modo que las amas en Inglaterra reciben muchos menos servicios de sus esclavas que en Suiza.

No pretenderé conjeturar por qué grados se originó el instinto de *F. sanguinea*. Pero, como las hormigas que no son esclavistas, se llevan las ninfas de otras especies si están esparcidas cerca de sus hormigueros, como lo he visto yo; es posible que estas ninfas, primitivamente almacenadas como comida, pudieron llegar a desarrollarse, y estas hormigas extrañas, criadas así involuntariamente, seguirían entonces sus propios instintos y harían el trabajo que pudiesen. Si su presencia resultó útil a la especie que las habla cogido -si era más ventajoso para

esta especie capturar obreros que procrearlos-, la costumbre de recolectar ninfas, primitivamente para alimento, pudo por selección natural ser reforzada y hecha permanentemente para el muy diferente fin de criar esclavas. Una vez adquirido el instinto -aun cuando alcanzase un desarrollo menor que en nuestra *F. sanguinea* inglesa, que, como hemos visto, es menos ayudada por sus esclavas que la misma especie en Suiza-, la selección natural pudo aumentar y modificar el instinto -suponiendo siempre que todas las modificaciones fuesen útiles para la especie-, hasta que se formó una especie de hormiga, que depende tan abyectamente de sus esclavas, como la *Formica rufescens*.

Instinto de hacer celdillas de la abeja común:

No entraré aquí en pequeños detalles sobre este asunto, sino que daré simplemente un bosquejo de las conclusiones a que he llegado. Ha de ser un necio quien sea capaz de examinar la delicada estructura de un panal, tan hermosamente adaptado a sus fines, sin admiración entusiasta. Los matemáticos dicen que las abejas han resuelto prácticamente un profundo problema, y que han hecho sus celdillas de la forma adecuada para que contengan la mayor cantidad de miel con el menor gasto posible de la preciosa cera en su construcción. Se ha hecho observar que un hábil obrero, con herramientas y medidas adecuadas, encontraría muy difícil hacer celdillas de cera de la forma debida, aun cuando esto es ejecutado por una muchedumbre de abejas que trabajan en una oscura colmena. Concediéndoles todos los instintos que se quiera, parece al pronto completamente incomprensible cómo pueden hacer todos los ángulos y planos necesarios y aun conocer si están correctamente hechos. Pero la dificultad no es, ni en mucho, tan grande como al principio parece; puede demostrarse, a mi parecer, que todo este hermoso trabajo es consecuencia de un corto número de instintos sencillos.

Me llevó a investigar este asunto míster Waterhouse, quien ha demostrado que la forma de la celdilla está en íntima relación con la existencia de celdillas adyacentes, y las ideas que siguen pueden quizá considerarse como una simple modificación de su teoría. Consideremos el gran principio de la gradación, y veamos si la Naturaleza no nos revela su método de trabajo. En un extremo de una corta serie tene-

mos los abejorros, que utilizan sus capullos viejos para guardar miel, añadiéndoles a veces cortos tubos de cera, y que hacen también celdillas de cera separadas e irregularmente redondeadas. En el extremo de la serie tenemos las celdillas de la abeja común situadas en dos capas: cada celdilla, como es bien sabido, es un prisma hexagonal, con los bordes de la base de sus seis caras achaflanados, de modo que se acoplan a una pirámide invertida formada por tres rombos. Estos rombos tienen determinados ángulos, y los tres que forman la base piramidal de una celdilla de un lado del panal entran en la composición de las bases de tres celdillas contiguas del lado opuesto. En la serie, entre la extrema perfección de las celdillas de la abeja común y la simplicidad de las del abejorro, tenemos las celdillas de *Melipona domestica* de Méjico, cuidadosamente descritas y representadas por Pierre Huber. La *Melipona* misma es intermedia, por su conformación, entre la abeja común y el abejorro, pero más próxima a este último. Construye un panal de cera, casi regular, formado por celdillas cilíndricas, en las cuales se desarrollan las crías, y, además, por algunas celdas de cera grandes para guardar miel. Estas últimas son casi esféricas, de tamaño casi igual, y están reunidas, constituyendo una masa irregular. Pero el punto importante que hay que advertir es que estas celdas están siempre construidas a tal proximidad unas de otras, que se hubiesen roto o entrecortado mutuamente si las esferas hubiesen sido completas; pero esto no ocurre nunca, pues estas abejas construyen paredes de cera perfectamente planas entre las esferas que tienden a entrecortarse. Por consiguiente, cada celdilla consta de una porción extrema esférica y de dos, tres o más superficies planas, según que la celdilla sea contigua de otras dos, tres o más celdillas. Cuando una celdilla queda sobre otras tres -lo cual, por ser las esferas del mismo tamaño, es un caso obligado y frecuentísimo-, las tres superficies planas forman una pirámide, y esta pirámide, como Huber ha hecho observar, es manifiestamente una imitación tosca de la base piramidal de tres caras de las celdillas de la abeja común. Lo mismo que en las celdillas de la abeja común, también aquí las tres superficies planas de una celdilla entran necesariamente en la construcción de tres celdillas contiguas. Es manifiesto que, con este modo de construir, la *Melipona* ahorra cera y, lo que es más importante, trabajo, pues las paredes planas entre las celdillas contiguas no son dobles, sino que son del mismo grueso que las por-

ciones esféricas exteriores, y, sin embargo, cada porción plana forma parte de dos celdillas.

Reflexionando sobre este caso, se me ocurrió que, si la *Melipona* hubiera hecho sus esferas a igual distancia unas de otras, y las hubiera hecho de igual tamaño, y las hubiera dispuesto simétricamente en dos capas, la construcción resultante hubiese sido tan perfecta como el panal de la abeja común. De consiguiente, escribí al profesor Miller, de Cambridge, y este geómetra ha revisado amablemente el siguiente resumen, sacado de sus informes, y me dice que es rigurosamente exacto.

Si se describe un número de esferas iguales, cuyos centros estén situados en dos planos paralelos, estando el centro de cada esfera a una distancia igual al radio $\times 2$ (o sea, al radio $\times 1,41421$) o a una distancia menor de los centros de las seis esferas que la rodean en el mismo plano, y a la misma distancia de los centros de las esferas adyacentes en el otro plano paralelo; entonces, tomando los planos de intersección entre las diferentes esferas de los dos planos paralelos, resultarán dos capas de prismas hexagonales, unidas entre sí por bases piramidales formadas por tres rombos, y los rombos y los lados de los prismas hexagonales tendrán todos los ángulos idénticamente iguales a los dados por las mejores medidas que se han hecho de las celdas de la abeja común. Pero el profesor Wyman, que ha hecho numerosas medidas cuidadosas, me dice que la precisión de la labor de la abeja ha sido muy exagerada, hasta tal punto, que lo que podría ser la forma típica de la celdilla pocas veces o nunca se realiza.

Por consiguiente, podemos llegar a la conclusión de que si pudiésemos modificar ligeramente los instintos que posee ya la *Melipona*, y que en sí mismos no son maravillosos, esta abeja haría una construcción tan maravillosamente perfecta como la de la abeja común. Sería necesario suponer que la *Melipona* puede formar sus celdillas verdaderamente esféricas y de tamaño casi igual, cosa que no sería muy sorprendente, viendo que ya hace esto en cierta medida y viendo que agujeros tan perfectamente cilíndricos hacen muchos insectos en la madera, al parecer, dando vueltas alrededor de un punto fijo. Tendríamos que suponer que la *Melipona* arregla sus celdillas en capas planas, como ya lo hace con sus celdillas cilíndricas, y tendríamos que suponer -y ésta es la mayor dificultad- que puede, de alguna manera,

juzgar, en algún modo, a qué distancia se encuentra de sus compañeras de trabajo cuando varias están haciendo sus esferas; pero la *Melipona* está ya capacitada para apreciar la distancia, hasta el punto que siempre describe sus esferas de modo que se corten en cierta extensión, y entonces une los puntos de intersección por superficies perfectamente planas. Mediante estas modificaciones de instintos, que en sí mismos no son maravillosos -apenas más que los que llevan a un ave a hacer su nido-, creo yo que la abeja común ha adquirido por selección natural su inimitable facultad arquitectónica.

Pero esta teoría puede comprobarse experimentalmente. Siguiendo el ejemplo de míster Tegetmeier, separé dos panales y puse entre ellos una tira rectangular de cera larga y gruesa; las abejas inmediatamente empezaron a excavar en ella pequeñas fosetas circulares; y a medida que profundizaban estas losetas; las hacían cada vez más anchas, hasta que se convirtieron en depresiones poco profundas, apareciendo a la vista perfectamente como una porción de esfera y de diámetro aproximadamente igual al de una celdilla. Era interesantísimo observar, que dondequiera que varias abejas habían empezado a excavar estas depresiones casi juntas, habían empezado su obra a tal distancia unas de otras, que, con el tiempo, las depresiones habían adquirido la anchura antes indicada -o sea próximamente la anchura de una celdilla ordinaria-, y tenían de profundidad como una sexta parte del diámetro de la esfera de que formaban parte, y los bordes de las depresiones se interceptaban o cortaban mutuamente. Tan pronto como esto ocurría, las abejas cesaban de excavar, y empezaban a levantar paredes planas de cera en las líneas de intersección, entre las depresiones, de manera que cada prisma hexagonal quedaba construido sobre el borde ondulado de una depresión lisa, en vez de estarlo sobre los bordes rectos de una pirámide de tres caras, como ocurre en las celdillas ordinarias.

Entonces puse en la colmena, en vez de una pieza rectangular y gruesa de cera, una lámina delgada, estrecha y teñida con bermellón. Las abejas empezaron inmediatamente a excavar a ambos lados las pequeñas depresiones, unas junto, a otras, lo mismo que antes; pero la lámina de cera era tan delgada, que los fondos de las depresiones de lados opuestos, si hubiesen sido excavados hasta la misma profundidad que en el experimento anterior, se habrían encontrado, resultando agujeros. Las abejas, sin embargo, no permitieron que esto ocurriese, y

pararon sus excavaciones a su tiempo debido, de modo que las depresiones, en cuanto fueron profundizadas un poco, vinieron a tener sus bases planas, y estas bases planas, formadas por las plaquitas delgadas de cera con bermellón dejadas sin morder, estaban situadas, hasta donde podía juzgarse por la vista, exactamente en los planos imaginarios de intersección de las depresiones de las caras opuestas de la lámina de cera. De este modo en algunas partes quedaron, entre las depresiones opuestas, tan sólo pequeñas porciones de un placa rómbica; en otras partes, porciones grandes: la obra, debido al estado antinatural de las cosas, no había quedado realizada primorosamente. Para haber conseguido de este modo el dejar laminillas planas entre las depresiones, parando el trabajo en los planos de intersección, las abejas tuvieron que haber trabajado casi exactamente con la misma velocidad en los dos lados de la placa de cera con bermellón, al morder circularmente y profundizar las depresiones.

Considerando lo flexible que es la cera delgada, no veo que exista dificultad alguna en que las abejas, cuando trabajan en los dos lados de una tira de cera, noten cuándo han mordido la cera, hasta dejarla de la delgadez adecuada, y paren entonces su labor. En los panales ordinarios me ha parecido que las abejas no siempre consiguen trabajar exactamente con la misma velocidad por los dos lados, pues he observado en la base de una celdilla recién empezada rombos medio completos, que eran, ligeramente cóncavos por uno de los lados, donde supongo que las abejas habían excavado con demasiada rapidez, y convexos por el lado opuesto, donde las abejas habían trabajado menos rápidamente. En un caso bien notorio volví a colocar el panal en la colmena, y permití a las abejas ir a trabajar durante un corto tiempo, y, examinando la celdilla, encontré que la laminilla rómbica había sido completada y quedado *perfectamente plana*; era absolutamente imposible, por la extrema delgadez de la plaquita, que las abejas pudiesen haber efectuado esto mordisqueando el lado convexo, y sospecho que, en estos casos, las abejas están en lados opuestos y empujan y vencen la cera, dúctil y caliente -lo cual, como he comprobado, es fácil de hacer, hasta colocarla en su verdadero plano intermedio, y de este modo la igualan.

Por el experimento de la lámina de cera con bermellón podemos ver que, si las abejas pudiesen construir por sí mismas una pared delgada

de cera, podrían hacer sus celdas de la forma debida, colocándose a la distancia conveniente unas de otras, excavando con igual velocidad y esforzándose en hacer cavidades esféricas iguales, pero sin permitir nunca que las esferas llegasen unas a otras, produciéndose agujeros. Ahora bien; las abejas, como puede verse claramente examinando el borde de un panal en construcción, hacen una tosca pared o reborde circular todo alrededor del panal, y lo muerden por los dos lados, trabajando siempre circularmente al ahondar cada celdilla. No hacen de una vez toda la base piramidal de tres lados de cada celdilla, sino solamente la laminilla o las dos laminillas rómbicas que están en el borde de crecimiento del panal, y nunca completan los bordes superiores de las placas rómbicas hasta que han empezado las paredes hexagonales. Algunas de estas observaciones difieren de las hechas por Francisco Huber, tan justamente celebrado; pero estoy convencido de su exactitud, y si tuviese espacio demostraría que son compatibles con mi teoría.

La observación de Huber de que la primera de todas las celdillas es excavada en una pequeña pared de cera de lados paralelos, no es, según lo que he visto, rigurosamente exacta, pues el primer comienzo ha sido siempre una pequeña caperuza de cera; pero no entraré ahora en detalles. Vemos el importantísimo papel que representa el excavar en la construcción de las celdillas; pero sería un error suponer que las abejas no pueden construir una tosca pared de cera en la posición adecuada; esto es, en el plano de intersección de dos esferas contiguas. Tengo varios ejemplos que muestran claramente que las abejas pueden hacer esto. Incluso en la tosca pared o reborde circular de cera que hay alrededor de un panal en formación, pueden observarse a veces flexiones que corresponden por su posición a los planos de las placas basales rómbicas de las futuras celdillas, pero la tosca pared de cera tiene siempre que ser acabada mordiéndola mucho las abejas por los dos lados. El modo como construyen las abejas es curioso: hacen siempre la primera pared tosca diez o veinte veces más gruesa que la delgadísima pared terminada de la celdilla, que ha de quedar finalmente. Comprenderemos cómo trabajan, suponiendo unos albañiles que primero amontonan un grueso muro de cemento y que luego empiezan a quitar por los dos lados hasta ras del suelo, hasta que dejan en el medio una delgadísima pared; los albañiles van siempre amontonando en lo alto del

muro el cemento quitado, añadiéndole cemento nuevo. Así tendremos una delgadísima pared, creciendo continuamente hacia arriba; pero coronada siempre por una gigantesca albardilla. Por estar todas las celdillas, tanto las recién comenzadas como las terminadas coronadas por una gran albardilla de cera, las abejas pueden apiñarse en el panal y caminar por él sin estropear las delicadas paredes hexagonales. Estas paredes, según el profesor Miller ha comprobado amablemente para mí, varían mucho en grosor, teniendo $1/352$ de pulgada de grueso, según el promedio de doce medidas hechas cerca del borde del panal, mientras que las placas basales romboidales son más gruesas, estando aproximadamente en la relación de tres a dos, teniendo un grueso de $1/229$ de pulgada, como promedio de veintiuna medidas. Mediante la singular manera de construir que se acaba de indicar, se da continuamente fuerza al panal, con la máxima economía final de cera.

Parece al principio que aumenta la dificultad de comprender cómo se hacen las celdillas el que una multitud de abejas trabajen juntas; pues una abeja, después de haber trabajado un poco tiempo en una celdilla, va a otra, de modo que, como Huber ha observado, aun en el comienzo de la primera celdilla trabajan una veintena de individuos. Pude demostrar prácticamente este hecho cubriendo los bordes de las paredes hexagonales de una sola celdilla o el margen del reborde circular de un panal en construcción con una capa sumamente delgada de cera mezclada con bermellón; y encontré invariablemente que el color era muy delicadamente difundido por las abejas -tan delicadamente como pudiera haberlo hecho un pintor con su pincel-, por haber tomado partículas de la cera coloreada, del sitio en que había sido colocada, y haber trabajado con ella en los bordes crecientes de las celdillas de alrededor. La construcción parece ser una especie de equilibrio entre muchas abejas que están todas instintivamente a la misma distancia mutua, que se esfuerzan todas en excavar esferas iguales y luego construir o dejar sin morder los planos de intersección de estas esferas. Era realmente curioso notar, en casos de dificultad, como cuando dos partes de panal se encuentran formando un ángulo, con qué frecuencia las abejas derriban y reconstruyen de diferentes maneras la misma celdilla, repitiendo a veces una forma que al principio habían desechado.

Cuando las abejas tienen lugar en el cual pueden estar en la posi-

ción adecuada para trabajar -por ejemplo, un listón de madera colocado directamente debajo del medio de un panal que vaya creciendo hacia abajo, de manera que el panal tenga que ser construido sobre una de las caras del listón-, en este caso las abejas pueden poner los comienzos de una pared de un nuevo hexágono en su lugar preciso, proyectándose más allá de las otras celdillas completas. Es suficiente que las abejas puedan estar colocadas a las debidas distancias relativas, unas de otras, y respecto de las paredes de las últimas celdillas completas y, entonces, mediante sorprendentes esferas imaginarias, pueden construir una pared intermediaria entre dos esferas contiguas; pero, por lo que he podido ver, nunca muerden ni rematan los ángulos de la celdilla hasta que ha sido construida una gran parte, tanto de esta celdilla como de las contiguas. Esta facultad de las abejas de construir en ciertas circunstancias una pared tosca, en su lugar debido, entre las celdillas recién comenzadas, es importante, pues se relaciona con un hecho que parece, al pronto, destruir la teoría precedente, o sea, con el hecho de que las celdillas del margen de los avisperos son rigurosamente hexagonales; pero no tengo aquí espacio para entrar en este asunto. Tampoco me parece una gran dificultad el que un solo insecto -como ocurre con la avispa reina- haga celdillas hexagonales si trabajase alternativamente por dentro y por fuera de dos o tres celdillas empezadas a un mismo tiempo, estando siempre a la debida distancia relativa de las partes de las celdillas recién comenzadas, describiendo esferas o cilindros y construyendo planos intermediarios.

Como la selección natural obra solamente por acumulación de pequeñas modificaciones de estructura o de instinto, útil cada una de ellas al individuo en ciertas condiciones de vida, puede razonablemente preguntarse: ¿Cómo pudo haber aprovechado a los antepasados de la abeja común una larga sucesión gradual de modificaciones del instinto arquitectónico tendiendo todas hacia el presente plan perfecto de construcción? Creo que la respuesta no es difícil: las celdillas construidas como las de la abeja o las de la avispa ganan en resistencia y economizan mucho el trabajo y espacio y los materiales de que están construidas. Por lo que se refiere a la formación de cera, es sabido que las abejas, con frecuencia, están muy apuradas para conseguir el néctar suficiente, y míster Tegetmeier me informa que se ha probado experimentalmente que las abejas de una colmena consumen de doce a

quince libras de azúcar seco para la producción de una libra de cera, de modo que las abejas de una colmena tienen que recolectar y consumir una cantidad asombrosa de néctar líquido para la secreción de la cera necesaria para la construcción de sus panales. Además, muchas abejas tienen que quedar ociosas varios días durante el proceso de secreción. Una gran provisión de miel es indispensable para mantener un gran número de abejas durante el invierno, y es sabido que la seguridad de la comunidad depende principalmente de que se mantengan un gran número de abejas. Por consiguiente, el ahorro de cera, por ahorrar mucha miel y tiempo empleado en recolectarla, ha de ser un elemento importante del buen éxito para toda familia de abejas. Naturalmente, el éxito de la especie puede depender del número de sus enemigos o parásitos, o de causas por completo distintas, y así ser totalmente independiente de la cantidad de miel que puedan reunir las abejas. Pero supongamos que esta última circunstancia determinó -como es probable que muchas veces lo haya determinado- el que un himenóptero afín de nuestros abejorros pudiese existir en gran número en un país, y supongamos, además, que la comunidad viviese durante el invierno y, por consiguiente, necesitase una provisión de miel; en este caso, es indudable que sería una ventaja para nuestro abejorro imaginario el que una ligera modificación en sus instintos lo llevase a hacer sus celdillas de cera unas próximas a otras, de modo que se entrecortasen un poco; pues una pared común, aun sólo para dos celdillas contiguas, ahorraría un poco de trabajo y cera. Por consiguiente, sería cada vez más ventajoso para nuestro abejorro el que hiciese sus celdillas cada vez más regulares, más cerca unas de otras, y agregadas formando una masa, como las de *Melipona*; pues, en este caso, una gran parte de la superficie limitante de cada celdilla serviría para limitar las contiguas, y se economizaría mucho trabajo y cera. Además, por la misma causa, sería ventajoso para *Melipona* el que hiciese sus celdillas más juntas y más regulares por todos conceptos que las hace al presente; pues, como hemos visto, las superficies esféricas desaparecerían por completo y serían reemplazadas por superficies planas, y la *Melipona* haría un panal tan perfecto como el de la abeja común. La selección natural no pudo llegar más allá de este estado de perfección arquitectónica; pues el panal de la abeja, hasta donde nosotros podemos juzgar, es absolutamente perfecto por lo que se refiere a economizar trabajo y cera.

De este modo, a mi parecer, el más maravilloso de todos los instintos conocidos el de la abeja común, puede explicarse porque la selección natural ha sacado provecho de numerosas modificaciones pequeñas y sucesivas de instintos sencillos; porque la selección natural ha llevado paulatinamente a las abejas a describir esferas iguales a una distancia mutua dada, dispuestas en dos capas, y a construir y excavar la cera en los planos de intersección de un modo cada vez más perfecto: las abejas, evidentemente, no sabían que describían sus esferas a una distancia mutua particular, más de lo que saben ahora como son los diferentes ángulos de los prismas hexagonales y de las placas rómbricas basales; pues la fuerza propulsora del proceso de selección natural fue la construcción de celdillas de la debida solidez y del tamaño y forma adecuados para las larvas, realizado esto con la mayor economía posible del tamaño y cera. Aquellos enjambres que hicieron de este modo las mejores celdillas con el menor trabajo y el menor gasto de miel para la secreción de cera, tuvieron el mejor éxito y transmitieron sus instintos nuevamente adquiridos a nuevos enjambres, los cuales, a su vez, habrán tenido las mayores probabilidades de buen éxito en la lucha por la existencia.

*OBJECIONES A LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL APLICADA A LOS INSECTOS.
INSECTOS NEUTROS O ESTÉRILES.*

A la opinión precedente sobre el origen de los instintos se ha hecho la objeción de que «las variaciones de estructura y de instinto tienen que haber sido simultáneas y exactamente acopladas entre sí, pues una modificación en aquélla sin el correspondiente cambio inmediato en éste, hubiese sido fatal. La fuerza de esta objeción descansa por completo en la admisión de que los cambios en los instintos y conformación son bruscos. Tomemos como ejemplo el caso del carbonero (*Parus major*), al que se ha hecho alusión en un capítulo precedente; esta ave, muchas veces, estando en una rama, sujeta entre sus patas las simientes del tejo y las golpea con el pico, hasta que llega al núcleo. Ahora bien; ¿qué especial dificultad habría en que la selección natural conservase todas las ligeras variaciones individuales en la forma del pico que fuesen o que estuviesen mejor adaptadas para abrir las simientes

hasta que se formasen un pico tan bien conformado para este fin como el del trepatroncos, al mismo tiempo que la costumbre, o la necesidad, o la variación espontánea del gusto llevasen al ave a hacerse cada vez más granívora? En este caso, se supone que el pico se modifica lentamente por selección natural, después de lentos cambios de costumbres o gustos, y de acuerdo con ellos; pero dejemos que los pies del carbonero varíen y se hagan mayores por correlación con el pico, o por alguna otra causa desconocida, y no es imposible que estos pies mayores lleven al ave a trepar cada vez más, hasta que adquiriera el instinto y la facultad de trepar tan notables del trepatroncos. En este caso, se supone que un cambio gradual de conformación lleva al cambio de costumbres instintivas. Tomemos otro ejemplo: pocos instintos son tan notables como el que lleva a la salangana a hacer su nido por completo de saliva condensada. Algunas aves construyen sus nidos de barro, que se cree que está humedecido con saliva, y una de las golondrinas de América del Norte hace su nido, según he visto, de tronquitos aglutinados con saliva, y hasta con plaquitas formadas de esta substancia. ¿Es, pues, muy improbable que la selección natural de aquellos individuos que segregasen cada vez más saliva produjese al fin una especie con instintos que la llevasen a despreciar otros materiales y a hacer sus nidos exclusivamente de saliva condensada? Y lo mismo en otros casos. Hay que admitir, sin embargo, que en muchos no podemos conjeturar si fue el instinto o la conformación lo que primero varió.

Indudablemente podrían oponerse a la teoría de la selección natural muchos instintos de explicación difícilísima: casos en los cuales no podemos comprender cómo se pudo haber originado un instinto; casos en que no se sabe que existan gradaciones intermedias; casos de instintos de importancia tan insignificante, que la selección natural apenas pudo haber obrado sobre ellos; casos de instintos casi idénticos en animales tan distantes en la escala de la naturaleza, que no podemos explicar su semejanza por herencia de un antepasado común, y que, por consiguiente, hemos de creer que fueron adquiridos independientemente por selección natural. No entraré aquí en estos varios casos, y me limitaré a una dificultad especial, que al principio me pareció insuperable y realmente fatal para toda la teoría. Me refiero a las hembras neutras o estériles de las sociedades de los insectos, pues estas neutras, frecuentemente, difieren mucho en instintos y conformación,

tanto de los machos como de las hembras fecundas, y, sin embargo, por ser estériles no pueden propagar su clase.

El asunto merece ser discutido con gran extensión pero tomaré aquí nada más que un solo caso: el de las hormigas obreras estériles. De qué modo las obreras se han vuelto estériles, constituye una dificultad; pero no mucho mayor que la de cualquier otra modificación notable de conformación, pues puede demostrarse que algunos insectos y otros animales articulados, en estado natural, resultan accidentalmente estériles; y si estos insectos hubiesen sido sociables, y si hubiese sido útil para la sociedad el que cada año hubiese nacido un cierto número, capaces de trabajar pero incapaces de procrear, yo no sé ver dificultad alguna especial en que esto se hubiese efectuado por selección natural. Pero he de pasar por alto esta dificultad preliminar. La gran dificultad estriba en que las hormigas obreras difieren mucho de los machos y de las hembras fecundas en su conformación, como en la forma del tórax, en estar desprovistas de alas y a veces de ojos, y en el instinto. Por lo que se refiere sólo al instinto, la abeja común hubiese sido un ejemplo mejor de la maravillosa diferencia, en este particular, entre las obreras y las hembras perfectas. Si una hormiga obrera u otro insecto neutro hubiese sido un animal ordinario, habría yo admitido sin titubeo que todos sus caracteres habían sido adquiridos lentamente por selección natural, o sea, por haber nacido individuos con ligeras modificaciones útiles, que fueron heredadas por los descendientes, y que éstos, a su vez, variaron y fueron seleccionados, y así sucesivamente. Pero en la hormiga obrera tenemos un instinto que difiere mucho del de sus padres, aun cuando es completamente estéril; de modo que nunca pudo haber transmitido a sus descendientes modificaciones de estructura o instinto adquiridas sucesivamente.

Puede muy bien preguntarse cómo es posible conciliar este caso con la teoría de la selección natural. En primer lugar, recuérdese que tenemos innumerables ejemplos, tanto en nuestras producciones domésticas como en las naturales, de toda clase de diferencias hereditarias de estructura, que están en relación con ciertas edades o con los sexos. Tenemos diferencias que están en correlación, no sólo con un sexo, sino con el corto período en que el aparato reproductor está en actividad, como el plumaje nupcial de muchas aves y las mandíbulas con garfio del salmón macho. Tenemos ligeras diferencias hasta en los

cuernos de las diferentes razas del ganado vacuno, en relación con un estado artificialmente imperfecto del sexo masculino; pues los bueyes de ciertas razas tienen cuernos más largos que los bueyes de otras, relativamente a la longitud de los cuernos, tanto de los toros como de las vacas de las mismas razas. Por consiguiente, no sé ver gran dificultad en que un carácter llegue a ser correlativo de la condición estéril de ciertos miembros de las sociedades de los insectos: la dificultad descansa en comprender cómo se han acumulado lentamente, por selección natural, estas modificaciones correlativas de estructura.

Esta dificultad, aunque insuperable en apariencia, disminuye o desaparece, en mi opinión, cuando se recuerda que la selección puede aplicarse a la familia lo mismo que al individuo, y puede de este modo obtener el fin deseado. Los ganaderos desean que la carne y la grasa estén bien entremezcladas; fue matado un animal que presentaba estos caracteres; pero el ganadero ha recurrido con confianza a la misma casta, y ha conseguido su propósito. Tal fe puede ponerse en el poder de la selección, que es probable que pudiera formarse una raza de ganado que diese siempre bueyes con cuernos extraordinariamente largos, observando qué toros y qué vacas produjesen cuando se apareasen bueyes con los cuernos más largos, y, sin embargo, ningún buey habría jamás propagado su clase. He aquí un ejemplo mejor y real: según mister Verlot, algunas variedades de alelí blanco doble, por haber sido larga y cuidadosamente seleccionadas hasta el grado debido, producen siempre una gran proporción de plantas que llevan flores dobles y completamente estériles; pero también dan algunas plantas sencillas y fecundas. Estas últimas, mediante las cuales puede únicamente ser propagada la variedad, pueden compararse a los machos y hembras fecundas de las hormigas, y las plantas dobles estériles a las neutras de la misma sociedad. Lo mismo que en las variedades de alelí blanco, en los insectos sociables la selección natural ha sido aplicada a la familia y no al individuo, con objeto de lograr un fin útil. Por consiguiente, podemos llegar a la conclusión de que pequeñas modificaciones de estructura o de instinto relacionadas con la condición estéril de ciertos miembros de la comunidad han resultado ser ventajosas, y, en consecuencia, los machos y hembras fecundos han prosperado y transmitido a su descendencia fecunda una tendencia a producir miembros estériles con las mismas modificaciones. Este proceso tiene que repe-

tirse muchas veces, hasta que se produzca la prodigiosa diferencia que vemos entre las hembras fecundas de la misma especie en muchos insectos sociables.

Pero no hemos llegado todavía a la cumbre de la dificultad, o sea el hecho de que las neutras de varias especies de hormigas difieren, no sólo de los machos y hembras fecundos, sino también entre sí mismas, a veces en un grado casi increíble, y están de este modo divididas en dos y aun en tres castas. Las castas, además, no muestran comúnmente tránsitos entre sí, sino que están por completo bien definidas, siendo tan distintas entre sí como lo son dos especies cualesquiera del mismo género, o más bien dos géneros cualesquiera de la misma familia. Así en *Eciton* hay neutras obreras y neutras soldados, con mandíbulas e instintos extraordinariamente diferentes; en *Cryptocerus* sólo las obreras de una casta llevan sobre la cabeza una extraña especie de escudo, cuyo uso es completamente desconocido; en el *Myrmecocystus* de México, las obreras de una casta nunca abandonan el nido, y son alimentadas por las obreras de otra casta, y tienen enormemente desarrollado el abdomen, que segrega una especie de miel, la cual reemplaza la excretada por los pulgones -el ganado doméstico, como podría llamárseles-, que nuestras hormigas europeas guardan y aprisionan.

Se creará, verdaderamente, que tengo una confianza presuntuosa en el principio de la selección inatural al no admitir que estos hechos maravillosos y confirmados aniquilen de una vez mi teoría. En el caso más sencillo de insectos neutros todos de una casta, que, en mi opinión, se han hecho diferentes mediante selección natural de los machos y hembras fecundos, podemos, por la analogía con las variaciones ordinarias, llegar a la conclusión de que las sucesivas y pequeñas variaciones útiles no aparecieron al principio en todos los neutros del mismo nido, sino solamente en unos pocos, y que, por la supervivencia de las sociedades que tuviesen hembras que produjesen el mayor número de neutros con la modificación ventajosa, llegaron por fin todos los neutros a estar caracterizados de este modo. Según esta opinión, tendríamos que encontrar accidentalmente en el mismo nido insectos neutros que presentasen gradaciones de estructura, y esto es lo que encontramos, y aun no raras veces, si consideramos qué pocos insectos han sido cuidadosamente estudiados fuera de Europa. Míster F. Smith ha demostrado que las neutras de varias hormigas de Inglaterra difie-

ren entre sí sorprendentemente en tamaño, y a veces en color, y que las formas extremas pueden enlazarse mediante individuos tomados del mismo hormiguero; yo mismo he comprobado gradaciones perfectas de esta clase. A veces ocurre que las obreras del tamaño máximo o mínimo son las más numerosas, o que tanto las grandes como las pequeñas son numerosas, mientras que las de tamaño intermedio son escasas. *Formica flava* tiene obreras grandes y pequeñas, con un corto número de tamaño intermedio, y en esta especie, como ha observado míster F. Smith, las obreras grandes tienen ojos sencillos (ocelos), los cuales, aunque pequeños, pueden distinguirse claramente, mientras que las obreras pequeñas tienen sus ocelos rudimentarios. Habiendo disecado cuidadosamente varios ejemplares de estas obreras, puedo afirmar que los ojos son mucho más rudimentarios en las obreras pequeñas de lo que puede explicarse simplemente por su tamaño proporcionalmente menor, y estoy convencido, aun cuando no me atrevo a afirmarlo tan categóricamente, que las obreras de tamaño intermedio tienen sus ocelos de condición exactamente intermedia. De modo que, en este caso, tenemos en el mismo hormiguero dos grupos de obreras estériles, que difieren, no sólo por su tamaño, sino también por sus órganos de la vista, aunque están enlazadas por un corto número de individuos de condición intermedia. Podría divagar añadiendo que si las obreras pequeñas hubieran sido las más útiles a la comunidad, y hubieran sido seleccionados continuamente aquellos machos y hembras que producían obreras cada vez más pequeñas, hasta que todas las obreras fuesen de esta condición, en este caso hubiésemos tenido una especie de hormiga con neutras casi de la misma condición que las de *Myrmica*, pues las obreras de *Myrmica* no tienen ni siquiera rudimentos de ocelos, aun cuando las hormigas machos y hembras de este género tienen ocelos bien desarrollados.

Puedo citar otro caso: tan confiadamente esperaba yo encontrar accidentalmente gradaciones de estructuras importantes entre las diferentes castas de neutras en la misma especie, que aproveché gustoso el ofrecimiento hecho por míster F. Smith de numerosos ejemplares de un mismo nido de la hormiga cazadora (*Anomma*) del África Occidental. El lector apreciará quizá mejor la diferencia en estas obreras dándole yo, no las medidas reales, sino una comparación rigurosamente exacta: la diferencia era la misma que si viésemos hacer una casa a una

cuadrilla de obreros, de los cuales unos tuviesen cinco pies y cuatro pulgadas de altura y otros diez y seis pies de altura; pero tendríamos que suponer, además, que los obreros más grandes tuviesen la cabeza cuatro veces, en lugar de tres, mayor que la de los pequeños, y las mandíbulas casi cinco veces mayores. Las mandíbulas, además, de las hormigas obreras de los diversos tamaños diferían prodigiosamente en forma y en la figura y número de los dientes. Pero el hecho que nos interesa es que, aun cuando las obreras pueden ser agrupadas en castas de diferentes tamaños, hay, sin embargo, entre ellas gradaciones insensibles, lo mismo que entre la conformación, tan diferente, de sus mandíbulas. Sobre este último punto hablo confiado, pues Sir J. Lubbock me hizo dibujos, con la cámara clara, de las mandíbulas que disequé de obreras de diferentes tamaños. Míster Bates, en su interesante obra *Naturalist on the Amazons*, ha descrito casos análogos.

En presencia de estos hechos, creo yo que la selección natural, obrando sobre las hormigas fecundas o padres, pudo formar una especie que produjese normalmente neutras de tamaño grande con una sola forma de mandíbulas, o todas de tamaño pequeño con mandíbulas muy diferentes, o, por último, y ésta es la mayor dificultad, una clase de obreras de un tamaño y conformación y, simultáneamente, otra clase de obreras de tamaño y conformación diferentes, habiéndose formado primero una serie gradual, como en el caso de la hormiga cazadora, y habiéndose producido entonces las formas extremas, en número cada vez mayor, por la supervivencia de los padres que las engendraron, hasta que no se produjese ya ninguna de la conformación intermedia.

Míster Wallace ha dado una explicación análoga del caso, igualmente complicado, de ciertas mariposas del Archipiélago Malayo que aparecen normalmente con dos, y aun tres, formas distintas de hembra, y Fritz Müller, del de ciertos crustáceos del Brasil que se presentan también con dos formas muy distintas de macho. Pero este asunto no necesita ser discutido aquí.

Acabo de explicar cómo, a mi parecer, se ha originado el asombroso hecho de que existan en el mismo hormiguero dos castas claramente definidas de obreras estériles, que difieren, no sólo entre sí, sino también de sus padres. Podemos ver lo útil que debe haber sido su producción para una comunidad social de hormigas, por la misma razón que

la división del trabajo es útil al hombre civilizado. Las hormigas, sin embargo, trabajan mediante instintos heredados y mediante órganos o herramientas heredados, mientras que el hombre trabaja mediante conocimientos adquiridos e instrumentos manufacturados. Pero he de confesar que, con toda mi fe en la selección natural, nunca hubiera esperado que este principio hubiese sido tan sumamente eficaz, si el caso de estos insectos neutros no me hubiese llevado a esta conclusión. Por este motivo he discutido este caso con un poco de extensión, aunque por completo insuficiente, a fin de mostrar el poder de la selección natural, y también porque ésta es, con mucho, la dificultad especial más grave que he encontrado en mi teoría. El caso, además, es interesantísimo, porque prueba que en los animales, lo mismo que en las plantas, puede realizarse cualquier grado de modificación por la acumulación de numerosas variaciones espontáneas pequeñas que sean de cualquier modo útiles, sin que haya entrado en juego el ejercicio o costumbre; pues las costumbres peculiares, limitadas a los obreros o hembras estériles, por mucho tiempo que puedan haber sido practicadas, nunca pudieron afectar a los machos y a las hembras fecundas, que son los únicos que dejan descendientes. Me sorprende que nadie, hasta ahora, haya presentado este caso tan demostrativo de los insectos neutros en contra de la famosa doctrina de las costumbres heredadas, según la ha propuesto Lamarck.

RESUMEN

En este capítulo me he esforzado en mostrar brevemente que las cualidades mentales de los animales domésticos son variables, y que las variaciones son hereditarias. Aún más brevemente, he intentado demostrar que los instintos varían ligeramente en estado natural. Nadie discutirá que los instintos son de importancia suma para todo animal. Por consiguiente, no existe dificultad real en que, cambiando las condiciones de vida, la selección natural acumule hasta cualquier grado ligeras modificaciones de instinto que sean de algún modo útiles. En muchos casos es probable que la costumbre, el uso y desuso hayan entrado en juego. No pretendo que los hechos citados en este capítulo robustezcan grandemente mi teoría; pero, según mi leal saber y entender, no la anula ninguno de los casos de dificultad. Por el contrario, el

hecho de que los instintos no son siempre completamente perfectos y están sujetos a errores; de que no puede demostrarle que ningún instinto haya sido producido para bien de otros animales, aun cuando algunos animales saquen provecho del instinto de otros; de que la regla de Historia natural *Natura non lacit saltum* es aplicable a los instintos lo mismo que a la estructura corporal, y se explica claramente según las teorías precedentes, pero es inexplicable de otro modo; tiende todo ello a confirmar la teoría de la selección natural.

Esta teoría se robustece también por algunos otros hechos relativos a los instintos, como el caso común de especies muy próximas, pero distintas, que, habitando en partes distintas del mundo y viviendo en condiciones considerablemente diferentes, conservan, sin embargo, muchas veces, casi los mismos instintos. Por ejemplo: por el principio de la herencia podemos comprender por qué es que el tordo de la región tropical de América del Sur tapiza su nido con barro, de la misma manera especial que lo hace nuestro zorzal de Inglaterra; por qué los cálaos de África y de India tienen el mismo instinto extraordinario de emparedar y aprisionar las hembras en un hueco de un árbol, dejando sólo un pequeño agujero en la pared, por el cual los machos alimentan a la hembra y a sus pequeñuelos cuando nacen; por qué las ratillas machos (*Troglodytes*) de América del Norte hacen *nidos de macho* («*cock-nests*»), en los cuales descansan como los machos de nuestras ratillas, costumbre completamente distinta de las de cualquier otra ave conocida. Finalmente, puede no ser una deducción lógica, pero para mi imaginación es muchísimo más satisfactorio considerar instintos, tales como el del cuclillo joven, que expulsa a sus hermanos adoptivos; el de las hormigas esclavistas; el de las larvas de icneumónidos, que se alimentan del cuerpo vivo de las orugas, no como instintos especialmente creados o fundados, sino como pequeñas consecuencias de una ley general que conduce al progreso de todos los seres orgánicos; o sea, que multiplica, transforma y deja vivir a los más fuertes y deja morir a los más débiles.

CAPÍTULO IX
HIBRIDISMO

Distinción entre la esterilidad de los primeros cruzamientos y la de los híbridos. -La esterilidad es de grados diferentes, no es universal, está influida por la consaguinidad próxima, es suprimida por la domesticación. -Leyes que rigen la esterilidad de los híbridos. -La esterilidad no es un carácter especial, sino que acompaña a otras diferencias, no se acumula por selección natural. -Causas de la esterilidad de los primeros cruzamientos y de la de los híbridos. -Paralelismo entre los efectos del cambio de condiciones de vida y los del cruzamiento. -Dimorfismo y trimorfismo. -La fecundidad de las variedades cuando se cruzan y la de su descendencia mestiza, no es universal. -Comparación entre los híbridos y los mestizos, independientemente de su fecundidad. -Resumen.

La opinión comúnmente mantenida por los naturalistas es que las especies han sido dotadas de esterilidad cuando se cruzan, a fin de impedir su confusión. Esta opinión, realmente, parece a primera vista probable, pues las especies que viven juntas difícilmente se hubieran conservado distintas si hubiesen sido capaces de cruzarse libremente. El asunto es, por muchos aspectos, importante, para nosotros especialmente, por cuanto la esterilidad de las especies cuando se cruzan por vez primera y la de su descendencia híbrida no pueden haber sido adquiridas, como demostraré, mediante la conservación de sucesivos grados útiles de esterilidad. Es un resultado incidental de diferencias en los aparatos reproductores de las especies madres.

Al tratar de este asunto se han confundido generalmente dos clases de hechos, en gran parte fundamentalmente diferentes, o sea la esterilidad de las especies cuando se cruzan por vez primera y la esterilidad de los híbridos producidos por ellas.

Las especies puras tienen, evidentemente, sus órganos de reproducción en estado perfecto, y, sin embargo, cuando se cruzan entre sí producen poca o ninguna descendencia. Por el contrario, los híbridos tienen sus órganos reproductores funcionalmente impotentes, como puede verse claramente por la condición del elemento masculino, tanto en las plantas como en los animales, aun cuando los órganos formadores mismos sean perfectos en su estructura hasta donde la revela el mi-

croscopio. En el primer caso, los dos elementos sexuales que van a formar el embrión son perfectos; en el segundo, o están imperfectamente desarrollados, o no se han desarrollado. Esta distinción es importante cuando se ha de considerar la causa de la esterilidad, que es común a los dos casos. Probablemente se ha pasado por alto esta distinción, debido a que la esterilidad ha sido considerada en ambos casos como un don especial fuera del alcance de nuestra inteligencia.

La fecundidad de las variedades -o sea de las formas que se sabe o se cree que han descendido de antepasados comunes- cuando se cruzan, y también la fecundidad de su descendencia mestiza, es, por lo que se refiere a mi teoría, de igual importancia que la esterilidad de las especies, pues ello parece constituir una amplia y clara distinción entre variedades y especies.

GRADOS DE ESTERILIDAD

Empecemos por la esterilidad de las especies cuando se cruzan y de su descendencia híbrida. Es imposible estudiar las diferentes memorias y obras de aquellos dos escrupulosos y admirables observadores, Kölreuter y Gärtner, que casi consagraron su vida a este asunto, sin quedar profundamente impresionado, por lo muy general que es cierto grado de esterilidad. Kölreuter hace la regla universal; pero luego corta el nudo, pues en diez casos en los cuales encuentra que dos formas, consideradas por la mayor parte de los autores como especies distintas completamente, son fecundadas entre sí, las clasifica sin titubeos como variedades. Gärtner también hace la regla igualmente universal, y discute la completa fecundidad de los diez casos de Kölreuter; pero en este y otros muchos casos Gärtner se ve obligado a contar cuidadosamente las semillas, para demostrar que hay algún grado de esterilidad. Compara Gärtner siempre el máximo de semillas producido por dos especies al cruzarse por vez primera y el máximo producido por su descendencia híbrida, con el promedio producido por las dos especies progenitores puras en estado natural; pero aquí intervienen causas de grave error: una planta, para ser hibridada, tiene que ser castrada y, lo que muchas veces es más importante, ha de ser aislada, con objeto de impedir que le sea llevado por insectos el polen de otras plantas. Casi todas las sometidas a experimento por Gärtner estaban plantadas en

macetas, y las tenía en una habitación en su casa. Es indudable que estos procedimientos muchas veces son perjudiciales para la fecundidad de una planta, pues Gärtner da en su cuadro una veintena aproximadamente de casos de plantas que castró y fecundó artificialmente con su propio polen, y -exceptuando todos los casos, como el de las leguminosas, en que existe una dificultad reconocida en la manipulación- en la mitad de estas veinte plantas disminuyó en cierto grado la fecundidad. Además, como Gärtner cruzó repetidas veces algunas formas, tales como los murajes rojo y azul comunes (*Anagallis arvensis* y *coerulea*), que los mejores botánicos clasifican como variedades, y las encontró absolutamente estériles: podemos dudar de si muchas especies, cuando se cruzan, son realmente tan estériles como él creía.

Es seguro, por una parte, que la esterilidad de diferentes especies, al cruzarse, es de grado tan distinto y presenta gradaciones tan insensibles, y, por otra, que la fecundidad de las especies puras es tan fácilmente influida por diferentes circunstancias que, para todos los fines prácticos, es difícilísimo decir dónde termina la fecundidad perfecta y dónde empieza la esterilidad. Creo que no se puede pedir mejor prueba de esto que el que los dos observadores más experimentados que han existido, o sean Kölreuter y Gärtner, llegaron a conclusiones diametralmente opuestas respecto a algunas formas, exactamente las mismas. Es también sumamente instructivo comparar -pero no tengo lugar aquí para entrar en detalles- las pruebas dadas por nuestros mejores botánicos en el problema de si ciertas formas dudosas tendrían que ser clasificadas como especies o como variedades, con las pruebas procedentes de la fecundidad aducidas por diferentes hibridadores o por el mismo observador según experimentos hechos en diferentes años. De este modo se puede demostrar que ni la esterilidad ni la fecundidad proporcionan una distinción segura entre especies y variedades. Las pruebas de este origen muestran gradaciones insensibles, y son dudosas en igual medida que las pruebas procedentes de otras diferencias de constitución y estructura.

Por lo que se refiere a la esterilidad de los híbridos en generaciones sucesivas, aun cuando Gärtner pudo criar algunos híbridos durante seis, siete y, en un caso, diez de generación, preservándolos de un cruzamiento con ninguno de los progenitores puros, afirma, sin embargo, positivamente, que su fecundidad nunca aumentó, sino que, en gene-

ral, disminuyó grande y repentinamente. Por lo que se refiere a esta disminución, hay que advertir, en primer lugar, que cuando una modificación de estructura o constitución es común a los dos padres, muchas veces se transmite aumentada a la descendencia, y en las plantas híbridas ambos elementos sexuales están ya influídos en cierto grado. Pero, a mi parecer, en casi todos estos casos la fecundidad ha disminuído por una causa independiente, por cruzamiento entre parientes demasiado próximos. He hecho tantos experimentos y reunido tantos hechos que muestran, de una parte, que un cruzamiento ocasional con un individuo o variedad diferente aumenta el vigor y fecundidad de la descendencia, y, por otra parte, que el cruzamiento entre parientes próximos disminuye su vigor y fecundidad, que no puedo dudar de la exactitud de esta conclusión. Los experimentadores raras veces crían un gran número de híbridos, y como las especies progenitoras u otros híbridos afines crecen generalmente en el mismo jardín, las visitas de los insectos tienen que ser cuidadosamente impedidas durante la época de floración, y, por consiguiente, los híbridos, abandonados a sí mismo, generalmente serán fecundados en cada generación por polen de la misma flor, y esto debe ser perjudicial para su fecundidad, disminuída ya por su origen híbrido. Me ha confirmado en esta convicción una afirmación notable hecha repetidamente por Gärtner, o sea que, aun los híbridos menos fecundados, si son fecundados artificialmente con polen híbrido de la misma clase, su fecundidad, a pesar de los efectos frecuentemente perjudiciales de la manipulación, a veces aumenta francamente y continúa aumentando. Ahora bien; en el proceso de fecundación artificial, con tanta frecuencia se toma por casualidad -como sé por experiencia propia- polen de las anteras de otra flor como de las anteras de la misma flor que ha de ser fecundada, de modo que así se efectuaría un cruzamiento entre dos flores, aunque probablemente muchas veces de la misma planta. Además, al verificar experimentos complicados, un observador tan cuidadoso como Gärtner tuvo que haber castrado sus híbridos, y esto habría asegurado en cada generación el cruzamiento con polen de distinta flor, bien de la misma planta, bien de otra de igual naturaleza híbrida, y, de este modo, el hecho extraño de un aumento de fecundidad en las generaciones sucesivas de híbridos *fecundados artificialmente*, en oposición con los que espontáneamente se han fecundado a sí mismos, puede explicar-

se por haber sido evitados los cruzamientos entre parientes demasiado próximos.

Pasemos ahora a los resultados a que ha llegado un tercer hibridador muy experimentado, el honorable y reverendo W. Herbert. Es tan terminante en su conclusión de que algunos híbridos son perfectamente fecundos -tan fecundos como las especies progenitoras puras-, como Gärtner y Kölreuter lo son en que es una ley universal de la Naturaleza cierto grado de esterilidad entre distintas especies. Hizo aquél sus experiencias con algunas de las mismas especies exactamente con que las hizo Gärtner. La diferencia de sus resultados puede, a mi parecer, explicarse en parte por la gran competencia de Herbert en horticultura y por haber tenido estufas a su disposición. De sus muchas observaciones importantes, citaré aquí nada más que una sola como ejemplo, a saber, «que todos los óvulos de un fruto de *Crinum capense* fecundado por *C. revolutum* produjeron planta, lo que nunca vi que ocurriese en ningún caso de su fecundación natural». De modo que en un primer cruzamiento entre dos especies distintas tenemos aquí fecundidad perfecta y aun más que común.

Este caso del *Crinum* me lleva a mencionar un hecho singular, o sea, que algunas plantas determinadas de ciertas especies de *Lobelia*, *Verbascum* y *Passiflora* pueden fácilmente ser fecundadas por polen de una especie distinta; pero no por el de la misma planta, aun cuando se haya comprobado que este polen es perfectamente sano fecundando otras plantas o especies. En el género *Hippeastrum*, en *Corydalis*, según demostró el profesor Hildebrand, y en diferentes orquídeas, según demostraron míster Scott y Fritz Müller, todos los individuos están en esta condición particular. De modo que en algunas especies ciertos individuos anómalos, y en otras todos los individuos, pueden positivamente ser hibridados con mucha mayor facilidad que ser fecundados por polen del mismo individuo. Por ejemplo, un bulbo de *Hippeastrum aulicum* produjo cuatro flores; tres fueron fecundadas con su propio polen por Herbert, y la cuarta fue fecundada posteriormente con polen de un híbrido compuesto, descendiente de tres especies distintas: el resultado fue que «los ovarios de las tres primeras flores cesaron pronto de crecer, y al cabo de pocos días perecieron por completo, mientras que el impregnado por el polen del híbrido tuvo un crecimiento vigoroso y se desarrolló rápidamente hasta la madurez, y

produjo buenas semillas, que germinaron perfectamente». Míster Herbert hizo experimentos análogos durante varios años, y siempre con el mismo resultado. Estos casos sirven para demostrar de qué causas tan pequeñas y misteriosas depende a veces la mayor o menor fecundidad de una especie.

Los experimentos prácticos de los horticultores, aunque no estén hechos con precisión científica, merecen alguna atención. Es notorio de qué modo tan complicado han sido cruzadas las especies de *Pelargonium*, *Fuchsia*, *Calceolaria*, *Petunia*, *Rhododendron*, etc., y, sin embargo, muchos de estos híbridos producen abundantes semillas. Por ejemplo, Herbert afirma que un híbrido de *Calceolaria integrifolia* y *plantaginea*, especies sumamente diferentes en su constitución general, «se reproduce tan perfectamente como si fuese una especie natural de las montañas de Chile». Me he tomado algún trabajo para determinar el grado de fecundidad de algunos de los cruzamientos complejos de los *Rhododendron*, y me he convencido que muchos de ellos son perfectamente fecundos. Míster C. Noble, por ejemplo, me informa que cultiva para el injerto pies de un híbrido de *Rh. ponticum* y *catawbiense*, y que este híbrido «produce semillas tan abundantemente como pueda imaginarse». Si los híbridos, convenientemente tratados, hubiesen ido disminuyendo siempre en fecundidad en cada una de las generaciones sucesivas, como creía Gärtner, el hecho hubiera sido bien conocido de los horticultores. Los horticultores cultivan grandes tablas de los mismos híbridos, y sólo así están cuidados convenientemente, pues, por la acción de los insectos, los diferentes individuos pueden cruzarse libremente, y de este modo se evita la influencia perjudicial de los cruzamientos entre parientes próximos. Todo el mundo puede fácilmente convencerse por sí mismo de la eficacia de la acción de los insectos examinando las flores de las clases más estériles de *Rhododendron*, híbridos que no producen polen, pues encontrará en sus estigmas gran cantidad de polen, traído de otras flores.

Por lo que se refiere a los animales, se han hecho con cuidado muchos menos experimentos que en las plantas. Si se puede dar crédito a nuestras agrupaciones sistemáticas, esto es, si los géneros de animales son tan distintos entre sí como lo son los de las plantas, en este caso, podemos inferir que animales más distantes de la escala de la naturaleza se pueden cruzar con mayor facilidad que en el caso de las plantas;

pero los híbridos mismos son, a mi parecer, más estériles. Habría que tener presente, sin embargo, que se han intentado pocos experimentos en buenas condiciones, debido a que pocos animales crían fácilmente en cautividad; por ejemplo, el canario ha sido cruzado con nueve especies distintas de fringílidos; pero como ninguna de éstas cría bien en cautividad, no tenemos derecho a esperar que haya de ser perfectamente fecundado su primer cruzamiento con el canario ni que lo hayan de ser sus híbridos. Además, por lo que se refiere a la fecundidad en las sucesivas generaciones de los animales híbridos más fecundados, apenas sé de ningún caso en el cual hayan sido criadas a un mismo tiempo dos familias de la misma clase de híbrido procedentes de padres distintos, a fin de evitar los efectos perjudiciales de la unión entre parientes próximos. Por el contrario, ordinariamente han sido cruzados hermanos y hermanas en cada una de las generaciones sucesivas, en oposición a la advertencia constantemente repetida por todo criador; y, en este caso, no es nada sorprendente que la esterilidad inherente a los híbridos tenga que haber ido aumentando.

Aun cuando apenas sé de casos verdaderamente bien comprobados de animales híbridos perfectamente fecundos, tengo motivos para creer que los híbridos de *Cervulus vaginalis* y *Reevesii* y de *Phasianus colchicus* con *Ph. torquatus* son perfectamente fecundos; *monsieur* Quatrefages dice que los híbridos de dos mariposas -*Bombyx cynthia* y *arrindia*- se comprobó en París que eran fecundos *inter se* durante ocho generaciones. Recientemente se ha afirmado que dos especies tan distintas como la liebre y el conejo, cuando se les pueden hacer criar entre sí, producen hijos que son sumamente fecundos cuando se cruzan con una de las especies progenitoras. Los híbridos del ganso común y del ganso chino (*A. cygnoides*), especies que son tan diferentes que se clasifican generalmente en géneros distintos, han criado muchas veces en Inglaterra con una u otra de las especies progenitoras puras y en un solo caso han criado *inter se*. Esto fue realizado por mister Eyton, que crió dos híbridos de los mismos padres, pero de diferentes nidadas, y de estos dos individuos obtuvo nada menos que ocho híbridos -nietos de los gansos puros-, procedentes de una sola nidada. En la India, sin embargo, estos gansos cruzados deben ser mucho más fecundos, pues dos autoridades competentísimas, mister Blyth y el capitán Hutton, me aseguran que en distintas partes del país existen manadas enteras

de estos gansos cruzados, y, como quiera que los tienen para utilidad donde no existe ninguna de las especies progenitoras, es indudable que han de ser perfectamente fecundos.

En los animales domésticos, las diferentes razas son por completo fecundas cuando se cruzan, aunque en muchos casos descienden de dos o más especies salvajes. De este hecho podemos sacar la conclusión de que, o bien las especies progenitoras primitivas produjeron al principio híbridos perfectamente fecundos, o bien los híbridos que fueron criados después en domesticidad se volvieron fecundos por completo. Esta última alternativa, propuesta por vez primera por Pallas, parece, con mucho, la más probable, y, en verdad, difícilmente puede ponerse en duda. Es casi seguro, por ejemplo, que nuestros perros descienden de diferentes troncos salvajes, y, sin embargo, exceptuando acaso ciertos perros domésticos indígenas de América del Sur, todos son por completo fecundos entre sí; pero la analogía me hace dudar mucho de que las diferentes especies primitivas hayan criado al principio entre sí y producido híbridos completamente fecundos. Además, recientemente he adquirido la prueba decisiva de que la descendencia cruzada del cebú de la India y el ganado vacuno común son perfectamente fecundos *inter se*; y, según las observaciones de Rüttimeyer sobre sus importantes diferencias osteológicas, lo mismo que según las de míster Blyth acerca de sus diferencias en costumbres, voz, constitución, etc., estas dos formas han de ser consideradas como buenas y distintas especies. Las mismas observaciones pueden extenderse a las dos razas principales del cerdo. Por consiguiente, o bien tenemos que abandonar la creencia en la esterilidad universal de las especies cuando se cruzan, o bien tenemos que mirar esta esterilidad en los animales, no como un distintivo indeleble, sino como un distintivo capaz de borrarse por la domesticación.

Finalmente, considerando todos los hechos comprobados relativos al cruzamiento de plantas y animales, puede llegarse a la conclusión de que cierto grado de esterilidad, tanto en los primeros cruzamientos como en los híbridos, es un resultado sumamente general; pero que, en el estado actual de nuestros conocimientos, no puede considerarse como absolutamente universal.

*LEYES QUE RIGEN LA ESTERILIDAD DE LOS PRIMEROS
CRUZAMIENTOS Y LA DE LOS HÍBRIDOS*

Consideraremos ahora, como un poco más de detalle, las leyes que rigen la esterilidad de los primeros cruzamientos y la de los híbridos. Nuestro objeto principal será ver si estas leyes indican o no que las especies han sido especialmente dotadas de esta cualidad a fin de evitar su cruzamiento y mezcla en completa confusión. Las conclusiones siguientes están sacadas principalmente de la admirable obra de Gärtner sobre la hibridación de las plantas. Me he tomado mucho trabajo en comprobar hasta qué punto se aplican a los animales, y, considerando lo escaso que es nuestro conocimiento por lo que se refiere a los animales híbridos, me ha sorprendido ver lo general que es la aplicación de las mismas reglas a ambos reinos.

Se ha hecho ya observar que el grado de fecundidad, tanto en los primeros cruzamientos como en los híbridos, pasa insensiblemente de cero a fecundidad perfecta. Es sorprendente ver por cuántos curiosos medios puede demostrarse esta gradación; pero aquí sólo es posible dar un simple bosquejo de los hechos. Cuando se coloca el polen de una planta de una familia en el estigma de una planta de otra familia, no ejerce más influencia que otro tanto de polvo inorgánico. Partiendo de este cero absoluto de fecundidad, el polen de diferentes especies, aplicado al estigma de una especie del mismo género, da una gradación perfecta en el número de semillas producidas, hasta llegar a la fecundidad casi completa o completa del todo, y, como hemos visto en ciertos casos anómalos, hasta un exceso de fecundidad, superior a la que produce el propio polen de la planta. De igual modo en los híbridos hay algunos que nunca han producido -y probablemente nunca producirán-, ni aun con polen de los progenitores puros, una sola semilla fértil; pero en algunos de estos casos puede descubrirse un primer indicio de fecundidad en que el polen de una de las especies progenitoras puras hace que se marchite la flor del híbrido antes de lo que ésta lo habría hecho en otro caso, y el marchitarse pronto la flor es sabido que es una señal de fecundación incipiente. Partiendo de este grado extremo de esterilidad, tenemos híbridos autofecundados que producen un número cada vez mayor de semillas, hasta llegar a la fecundidad perfecta.

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

Los híbridos obtenidos de dos especies muy difíciles de cruzar, y que rara vez producen descendencia, son generalmente muy estériles; pero el paralelismo entre la dificultad de hacer el primer cruzamiento y la esterilidad de los híbridos de este modo producidos -dos clases de hechos que generalmente se confunden- no es, en modo alguno, riguroso. Hay muchos casos, como en el género *Verbascum*, en los que dos especies puras pueden unirse con extraordinaria facilidad y producir numerosos descendientes híbridos, y, no obstante, estos híbridos son marcadamente estériles. Por el contrario, hay especies que muy rara vez pueden ser cruzadas, y con extrema dificultad; pero los híbridos que, al fin, producen son muy fecundos. Aun dentro de los límites de un mismo género, por ejemplo, en *Dianthus*, ocurren estos dos casos opuestos.

La fecundidad, tanto en los primeros cruzamientos como en los híbridos, es influida por las condiciones desfavorables más fácilmente que en las especies puras. Pero la fecundidad del primer cruzamiento es también, por naturaleza, variable, pues no es siempre de igual grado cuando las dos mismas especies se cruzan en las mismas circunstancias: depende, en parte, de la constitución de los individuos que ocurre que han sido elegidos para el experimento. Lo mismo sucede con los híbridos, pues se ve con frecuencia que su grado de fecundidad difiere mucho en los varios individuos procedentes de semillas del mismo fruto y sometidos a las mismas condiciones.

Por el término *afinidad sistemática* se entiende la semejanza general, en su estructura y constitución, entre dos especies. Ahora bien; la fecundidad de los primeros cruzamientos y de los híbridos producidos de ellos está regida en gran parte por su afinidad sistemática. Esto se ve claramente en que nunca se han obtenido híbridos entre especies clasificadas en distintas familias por los sistemáticos, y en que, por el contrario, las especies muy afines se unen generalmente con facilidad. Pero la correspondencia entre la afinidad sistemática y la facilidad de cruzamiento no es, en modo alguno, rigurosa. Podrían citarse multitud de casos de especies sumamente afines que no quieren unirse, o que lo hacen sólo con extrema dificultad, y de especies muy diferentes que, por el contrario, se unen con la mayor facilidad. En la misma familia puede haber un género, como *Dianthus*, en el que muchas especies pueden cruzarse facilísimamente, y otro género, como *Silene*, en

el que han fracasado los más perseverantes esfuerzos para producir un solo híbrido entre especies sumamente próximas. Aun dentro de los límites del mismo género nos encontramos con esta misma diferencia; por ejemplo: las numerosas especies del género *Nicotiana* han sido cruzadas mucho más que las especies de casi ningún otro género; pero Gärtner encontró que *N. acuminata*, que no es una especie particularmente distinta, se resistió pertinazmente a ser fecundada por nada menos que otras ocho especies de *Nicotiana* y a fecundar a éstas. Podrían citarse muchos hechos análogos.

Nadie ha sido capaz de señalar qué clase o qué grado de diferencia en algún carácter apreciable son suficientes para impedir que se crucen dos especies. Puede demostrarse que es posible cruzar plantas muy diferentes, por su aspecto general y régimen, y que tienen diferencias muy marcadas en todas las partes de su flor, incluso en el polen, en el fruto y en los cotiledones. Plantas anuales y perennes, árboles de hoja caduca y de hoja persistente, plantas que viven en diferentes parajes y adaptadas a climas sumamente diferentes, pueden muchas veces cruzarse con facilidad.

Por cruzamiento recíproco entre dos especies, entiendo yo el caso, por ejemplo, de una burra cruzada primero por un caballo, y luego de una yegua con un asno: entonces puede decirse que estas dos especies se han cruzado recíprocamente. Muchas veces existe una diferencia inmensa, en cuanto a la facilidad, al hacer los cruzamientos recíprocos. Estos casos son de suma importancia, pues prueban que la capacidad de cruzamiento en dos especies es muchas veces independiente de su afinidad sistemática; esto es, de cualquier diferencia en su estructura o constitución, excepto en sus aparatos reproductores. La diversidad de resultados en los cruzamientos recíprocos entre las dos mismas especies fue observada hace mucho tiempo por Kölreuter. Por ejemplo: *Mirabilis jalapa* puede ser fecundada fácilmente por el polen de *M. longiflora*, y los híbridos producidos de este modo son bastante fecundos; pero Kölreuter ensayó más de doscientas veces, durante ocho años consecutivos, el fecundar recíprocamente *M. longiflora* con el polen de *M. jalapa*, y fracasó por completo. Podrían citarse otros varios casos igualmente llamativos. Thuret ha observado el mismo hecho en ciertas algas marinas o *Fucus*. Gärtner, además, encontró que la diferencia de facilidad al hacer cruzamientos recíprocos es frecuentísima en un gra-

do menor. Ha observado esto incluso en formas muy próximas -como *Matthiola annua* y *glabra*-, que muchos botánicos clasifican sólo como variedades. Es también un hecho notable el que los híbridos procedentes de cruzamientos recíprocos, aunque compuestas naturalmente por las dos mismas especies -pues una ha sido utilizada primero como padre y luego como madre-, y aunque rara vez difieren por caracteres externos, generalmente, sin embargo, difieren un poco -y a veces mucho- en fecundidad.

Se podrían citar otras varias reglas particulares de Gärtner; por ejemplo: algunas especies tienen un notable poder de cruzamiento con otras; otras del mismo género tienen una notable propiedad de imprimir su semejanza a su descendencia híbrida; pero estas dos propiedades no van, en modo alguno, necesariamente unidas. Existen ciertos híbridos que, en lugar de tener, como es usual, un carácter intermedio entre sus dos progenitores, se parecen siempre mucho a uno de ellos, y estos híbridos, a pesar de ser tan sumamente parecidos a una de sus especies progenitoras puras, son, con raras excepciones, extremadamente estériles. También entre los híbridos, que ordinariamente son de conformación intermedia entre sus padres, nacen a veces individuos excepcionales y anómalos, que se parecen mucho a uno de sus progenitores puros, y estos híbridos, casi siempre, son completamente estériles, aun cuando los otros híbridos procedentes de semillas del mismo fruto tengan un grado considerable de fecundidad. Estos hechos muestran hasta qué punto la fecundidad de un híbrido puede ser independiente de su semejanza extrema con uno u otro de sus progenitores puros.

Considerando las diferentes reglas que se acaban de citar, que rigen la fecundidad de los primeros cruzamientos y de los híbridos, vemos que, cuando se unen formas que deben considerarse como buenas y distintas especies, su fecundidad pasa gradualmente de cero a fecundidad perfecta, o hasta fecundidad excesiva en determinadas condiciones; vemos que esta fecundidad, aparte de ser sumamente susceptible a las condiciones favorables o desfavorables, es, por naturaleza, variable; que en manera alguna lo es siempre en igual grado en el primer cruzamiento y en los híbridos producidos por éste; que la fecundidad de los híbridos no está relacionada con el grado en que éstos se parecen por el aspecto externo de uno u otro de sus padres, y, finalmente,

que la facilidad de hacer el primer cruzamiento entre dos especies no siempre está regulada por su afinidad sistemática o grado de semejanza mutua. Esta última afirmación se prueba claramente por la diferencia en los resultados de cruzamientos recíprocos entre las dos mismas especies, pues según que una u otra se emplee como padre o como madre, hay generalmente alguna diferencia -y a veces la mayor diferencia posible- en la facilidad de efectuar la unión. Además, los híbridos producidos mediante cruzamientos recíprocos difieren muchas veces en fecundidad.

Ahora bien; estas complicadas y singulares leyes, ¿indican que las especies han sido dotadas de esterilidad sencillamente para impedir su confusión en la naturaleza? Yo creo que no; pues ¿por qué sería la esterilidad tan sumamente variable cuando se cruzan diferentes especies que tendríamos que suponer que habría de ser igualmente importante preservarlas de que se mezclasen? ¿Por qué el grado de esterilidad ha de ser, por naturaleza variable en los individuos de la misma especie? ¿Por qué unas especies tendrían que cruzarse con facilidad, produciendo, sin embargo, híbridos muy estériles, y otras especies se cruzarían con extrema dificultad, produciendo, no obstante, híbridos bien fecundos? ¿Por qué tendría que existir diferencia tan grande en el resultado del cruzamiento recíproco entre dos mismas especies? ¿Por qué, puede aún preguntarse, ha sido permitida la producción de híbridos? Conceder a la especie la propiedad especial de producir híbridos y después parar su propagación ulterior por diferentes grados de esterilidad, no relacionados rigurosamente con la facilidad de la primera unión entre sus padres, parece una extraña disposición.

Las leyes y hechos anteriores, por el contrario, me parece que indican claramente que la esterilidad, tanto de los primeros cruzamientos como de los híbridos, es simplemente incidental o dependiente de diferencias desconocidas en su aparato reproductor, siendo las diferencias de naturaleza tan particular y limitada, que, en cruzamientos recíprocos entre las dos mismas especies, el elemento sexual masculino de una actuará muchas veces sin dificultad sobre el elemento sexual femenino de la otra, pero no en sentido inverso. Será conveniente explicar un poco más, mediante un ejemplo, lo que entiendo por ser la esterilidad dependiente de otras diferencias, y no una cualidad especialmente concedida. Como la capacidad de una planta para ser injer-

tada en otras es sin importancia para su prosperidad en estado natural, presumo que nadie supondrá que esta capacidad es una cualidad *especialmente* concedida, sino que admitirá que es dependiente de diferencias en las leyes de crecimiento de las dos plantas. A veces podemos ver la causa por la que un árbol no prende en otro por diferencias en su velocidad de crecimiento, en la dureza de su madera, en el período de la subida de la savia o en la naturaleza de ésta, etc.; pero en una multitud de casos no podemos asignar causa alguna. Una gran diferencia de tamaño en las plantas, el ser una leñosa y otra herbácea, el ser una de hoja persistente y la otra de hoja caduca, y la adaptación de climas muy diferentes, no siempre impiden el que puedan injertarse una en otra. Lo mismo que en la hibridación, también en el injerto la capacidad está limitada por la afinidad sistemática, pues nadie ha podido injertar uno en otro árboles pertenecientes a familias completamente distintas y, por el contrario, especies muy afines y variedades de la misma especie pueden, por lo común, aunque no siempre, ser injertadas con facilidad unas en otras. Pero esta capacidad, lo mismo que ocurre en la hibridación, no está, en modo alguno, regida por la afinidad sistemática. Aun cuando muchos géneros distintos de la misma familia han sido injertados mutuamente, en otros casos especies del mismo género no prenden unas en otras. El peral puede ser injertado mucho más fácilmente en el membrillero, que se clasifica como un género distinto, que en el manzano, que pertenece al mismo género. Hasta las diferentes variedades del peral prenden, con distintos grados de facilidad, en el membrillero, y lo mismo ocurre con diferentes variedades de albaricoquero y melocotonero en ciertas variedades de ciruelo.

Del mismo modo que Gärtner encontró que a veces existía una diferencia innata entre los distintos *individuos* de la misma especie en el cruzamiento, también Sageret cree que esto ocurre en los distintos individuos de dos mismas especies al ser injertadas una en otra. Ocurre a veces en el injerto lo mismo que en los cruzamientos recíprocos: la facilidad de efectuar una unión, frecuentemente dista muchísimo de ser igual; el grosellero espinoso, por ejemplo, no puede ser injertado en el grosellero rojo, mientras que éste prenderá, aunque con dificultad, en el espinoso.

Hemos visto que la esterilidad de los híbridos que tienen sus órganos reproductores en estado imperfecto es un caso diferente de la di-

ficultad de unir dos especies puras que tienen sus órganos reproductores perfectos, aun cuando estas dos clases distintas de hechos vayan paralelas en un gran trayecto. Algo análogo ocurre en el injerto, pues Thouin encontró que tres especies de *Robinia*, que daban abundantes semillas en sus propios pies, y que pudieron ser injertadas sin gran dificultad en una cuarta especie, una vez injertadas se volvieron estériles. Por el contrario, ciertas especies de *Sorbus*, injertadas en otras, producen el doble de fruto que cuando están en su propio pie. Este hecho nos recuerda los casos extraordinarios de *Hippeastrum*, *Passiflora*, etc., que producen semillas mucho más abundantes cuando son fecundadas por el polen de una especie distinta que cuando lo son por el de la misma planta.

Vemos así que, aun cuando hay una diferencia grande y evidente entre la simple adherencia de tallos que se injertan y la unión de los elementos masculino y femenino en el acto de la reproducción, existe, sin embargo, un tosco paralelismo entre los resultados del injerto y los del cruzamiento de especies distintas. Y así como hemos de considerar las curiosas y complicadas leyes que rigen la facilidad con que los árboles pueden ser injertados como dependientes de diferencias desconocidas en su sistema vegetativo, del mismo modo, a mi parecer, las leyes todavía más complicadas que rigen la facilidad de los primeros cruzamientos dependen de diferencias desconocidas en el aparato reproductor. Estas diferencias, en ambos casos, acompañan hasta cierto punto, como podía esperarse, a la afinidad sistemática, término con el que se pretende expresar toda clase de semejanza o de diferencia entre seres orgánicos. Los hechos no parecen indicar, en modo alguno, que la mayor o menor dificultad de injertarse o de cruzarse las diferentes especies haya sido un don especial, aun cuando la dificultad en el caso del cruzamiento es tan importante para la conservación y estabilidad de las formas específicas, cuanto es insignificante para su prosperidad en el caso de injerto.

ORIGEN Y CAUSAS DE LA ESTERILIDAD DE LOS PRIMEROS CRUZAMIENTOS Y DE LA DE LOS HÍBRIDOS.

En un tiempo me pareció probable, como lo pareció a otros, que la esterilidad de los primeros cruzamientos y la de los híbridos habla sido

adquirida lentamente por selección natural de grados un poco menores de fecundidad, que, como cualquier otra variación, apareció espontáneamente en ciertos individuos de una variedad al cruzarse con los de otra, pues tendría que ser evidentemente ventajoso a dos variedades o especies incipientes si pudiesen preservarse de mezcla, por el mismo principio que cuando el hombre está seleccionando al mismo tiempo dos variedades es necesario que las tenga separadas. En primer lugar, puede observarse que las especies que viven en regiones distintas son muchas veces estériles cuando se cruzan; ahora bien, no pudo evidentemente haber sido de ventaja alguna a estas especies separadas el haberse convertido en mutuamente estériles, y, por consiguiente, esto no pudo haberse efectuado por selección natural; aunque quizá pueda argüirse que, si una especie fue hecha estéril con relación a otra del mismo país, la esterilidad con relación a otras especies se seguiría como una consecuencia accidental necesaria. En segundo lugar, casi es tan opuesto a la teoría de la selección natural como a la de la creación especial el que en los cruzamientos recíprocos el elemento masculino de una forma haya sido hecho totalmente impotente para una segunda forma, cuando, al mismo tiempo, el elemento masculino de esta segunda forma está perfectamente capacitado para fecundar a la primera; pues esta condición particular del sistema reproductor difícilmente pudo haber sido ventajoso para ninguna de las especies.

Al considerar las probabilidades de que la selección natural haya entrado en juego para hacer a las especies mutuamente estériles, se verá que la dificultad mayor descansa en la existencia de muchas gradaciones sucesivas, desde la fecundidad un poco disminuida hasta la esterilidad absoluta. Puede admitirse que hubo de ser útil a una especie naciente el que se volviese un poco estéril al cruzarse con su forma madre o con alguna otra variedad, pues de este modo se produciría menos descendencia bastarda o degenerada que pudiese mezclar su sangre con la de la nueva especie en vías de formación. Pero quien quiera tomarse la molestia de reflexionar acerca de las etapas por las que pudo este primer grado de esterilidad llegar, mediante selección natural, hasta grado elevado, común en tantas especies y general en las que se han diferenciado hasta clasificarse en géneros o familias distintas, encontrará que el asunto es extraordinariamente complicado. Después de madura reflexión, me parece que esto no pudo haberse

efectuado por selección natural. Tomemos el caso de dos especies cualesquiera que al cruzarse producen poca y estéril descendencia. Ahora bien: ¿qué hay en este caso que pudiese favorecer la supervivencia de aquellos individuos que acaeció que estuviesen dotados en un grado un poco superior de infecundidad mutua, y que, de este modo, se acercasen un poco hacia la esterilidad absoluta? Sin embargo, si se hace intervenir la teoría de la selección natural, tiene que haber ocurrido incesantemente un progreso de esta naturaleza en muchas especies, pues una multitud de ellas son mutuamente estériles por completo. En los insectos neutros estériles tenemos razones para creer que las modificaciones en conformación y fecundidad se han acumulado lentamente por selección natural, debido a que ha sido proporcionada así, indirectamente, una ventaja a la comunidad a que pertenecen o a otras de la misma especie. Pero un individuo que no pertenece a una comunidad social, por volverse algo estéril al cruzarse con otra variedad, ni obtendría ninguna ventaja él mismo ni proporcionarla indirectamente ventajas a los otros individuos de la misma variedad, que condujesen a su conservación.

Pero sería superfluo discutir esta cuestión en detalle, pues tenemos en las plantas pruebas concluyentes de que la esterilidad de las especies cruzadas ha de ser debida a alguna causa por completo independiente de la selección natural. Tanto Gärtner como Kölreuter han probado que en géneros que comprenden numerosas especies puede formarse una serie, desde las que, cruzadas, producen cada vez menos semillas, hasta las que nunca producen ni una sola, aun cuando, no obstante, son sensibles al polen de ciertas especies, pues el germen se hincha. En este caso es evidentemente imposible seleccionar los individuos más estériles que han cesado ya de dar semillas, de modo que este máximo de esterilidad, en que sólo el germen es influido, no puede haber sido logrado por selección; y por ser las leyes que rigen los diferentes grados de esterilidad tan uniformes en los reinos animal y vegetal, podemos deducir que la causa -cualquiera que sea- es la misma, o casi la misma, en todos los casos.

Examinaremos ahora, desde un poco más cerca, la naturaleza probable de las diferencias entre las especies, que producen la esterilidad en los primeros cruzamientos y en los híbridos. En el caso de los primeros cruzamientos, la mayor dificultad en efectuar una unión y en

obtener descendencia parece depender de varias causas distintas. A veces debe existir una imposibilidad física en que el elemento masculino llegue al óvulo, como sería el caso de una planta que tuviera el pistilo demasiado largo para que los tubos polínicos llegasen al ovario. Se ha observado también que, cuando se coloca el polen de una especie en el estigma de otra remotamente afín, aunque salen los tubos polínicos, no atraviesan la superficie estigmática. Además, el elemento masculino puede llegar al elemento femenino, pero ser incapaz de determinar que se desarrolle un embrión, como parece que ha ocurrido en algunos experimentos de Thuret en *Fucus*. No puede darse explicación alguna de estos hechos, como tampoco de por qué ciertos árboles no pueden injertarse en otros. Finalmente, puede desarrollarse un embrión y morir en un período temprano de desarrollo. A este último caso no se le ha prestado atención suficiente; pero yo creo, por observaciones que me ha comunicado míster Hewitt, que ha alcanzado gran experiencia en hibridar faisanes y gallinas, que la muerte precoz del embrión es una causa frecuentísima de esterilidad en los primeros cruzamientos. Míster Salter ha dado recientemente los resultados del examen de unos 500 huevos producidos por varios cruzamientos entre tres especies de *Gallus* y sus híbridos; la mayor parte de estos huevos habían sido fecundados, y en la mayor parte de los huevos fecundados los embriones, o bien se habían desarrollado parcialmente y muerto luego, o bien habían llegado casi a término; pero los polluelos habían sido incapaces de romper el cascarón. De los polluelos que nacieron, más de cuatro quintas partes murieron en los primeros días, o, a lo sumo, en las primeras semanas, «sin ninguna causa manifiesta; al parecer, por simple incapacidad para vivir»; de modo que de 500 huevos sólo se criaron 12 pollitos. En las plantas, los embriones híbridos probablemente mueren muchas veces de un modo semejante; por lo menos, se sabe que híbridos producidos por especies muy diferentes son a veces débiles y enanos y mueren a una edad temprana, hecho del que Max Wichura ha citado recientemente algunos casos notables en sauces híbridos. Valdrá la pena de citar aquí el que, en algunos casos de partenogénesis, los embriones de los huevos de la mariposa del gusano de la seda que no han sido fecundados pasan por sus primeros estados de desarrollo y mueren luego, como los producidos por el cruzamiento de especies distintas. Hasta que tuve conocimiento de estos hechos, estaba yo

mal dispuesto a creer en la frecuente muerte precoz de los embriones híbridos, pues los híbridos, una vez que han nacido, tienen generalmente buena salud y larga vida, según vemos en el caso de la mula. Los híbridos, sin embargo, están en circunstancias diferentes antes y después del nacimiento: cuando han nacido y viven en un país en el que viven las dos especies progenitoras, están, en general, en condiciones adecuadas de existencia; pero un híbrido participa sólo en cuanto a una mitad de la naturaleza y constitución de su madre, y, por tanto, antes del nacimiento, todo el tiempo que es alimentado en el útero de su madre, o en el huevo o semilla producidos por la madre, tiene que estar sometido a condiciones en cierto grado inadecuadas, y, por consiguiente, tiene que estar expuesto a morir en un período prematuro, tanto más cuanto que todos los seres muy jóvenes son sumamente sensibles a las condiciones de existencia perjudiciales y antinaturales. Pero, después de todo, la causa está más probablemente en alguna imperfección del primitivo acto de la fecundación que determina que el embrión se desarrolle imperfectamente, más bien que en las condiciones a que éste se encuentra ulteriormente sometido.

Por lo que se refiere a la esterilidad de los híbridos, en los cuales los elementos sexuales están imperfectamente desarrollados, el caso es algo diferente. Más de una vez he hecho alusión a un gran conjunto de hechos que demuestran que, cuando los animales y plantas son sacados de sus condiciones naturales, están sumamente expuestos a graves trastornos en su aparato reproductor. Este es, de hecho, el gran obstáculo en la domesticación de animales. Hay muchos puntos de semejanza entre la esterilidad provocada de este modo y la de los híbridos. En ambos casos la esterilidad es independiente de la salud general, y muchas veces va acompañada de un exceso de tamaño o de gran exuberancia. En ambos casos la esterilidad se presenta en grados diferentes; en ambos el elemento masculino está más expuesto a ser influido, pero algunas veces el elemento femenino lo está más. En ambos, la tendencia acompaña, hasta cierto punto, a la afinidad sistemática, pues grupos enteros de animales y plantas se vuelven impotentes por las mismas condiciones antinaturales, y grupos enteros de especies tienden a producir híbridos estériles. Por el contrario, una especie de un grupo resistirá a veces grandes cambios de condiciones sin variar la fecundidad, y ciertas especies de un grupo producirán un

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

número extraordinario de híbridos fecundos. Nadie, hasta que lo ensaye, puede decir si un animal determinado criará en cautividad, o si una planta exótica sometida a cultivo producirá abundantes semillas, como tampoco puede decir, hasta que lo ensaye, si dos especies de un género producirán híbridos más o menos estériles. Por último, cuando los seres orgánicos están colocados durante varias generaciones en condiciones no naturales para ellos, se encuentran muy expuestos a variar, lo que parece, en parte, debido a que su aparato reproductor ha sido particularmente influido, aunque menos que cuando sobreviene la esterilidad. Lo mismo ocurre con los híbridos, pues sus descendientes en las generaciones sucesivas están muy sujetos a variación, como han observado todos los experimentadores.

Así vemos que cuando los seres orgánicos se encuentran situados en condiciones nuevas y antinaturales, y cuando se producen híbridos por el cruzamiento no natural de dos especies, el sistema reproductor, independientemente del estado general de salud, es influido de un modo muy semejante. En el primer caso, las condiciones de vida han sido perturbadas, aunque muchas veces tan poco, que es inapreciable para nosotros; en el segundo caso -el de los híbridos-, las condiciones externas han continuado siendo las mismas; pero la organización ha sido perturbada, porque se han mezclado, formando una sola, dos estructuras y condiciones distintas, incluyendo evidentemente los sistemas reproductores; pues apenas es posible que dos organizaciones puedan combinarse en una sin que ocurra alguna perturbación en el desarrollo, en la acción periódica, en las relaciones mutuas de las diferentes partes y órganos entre sí o con las condiciones de vida. Cuando los híbridos son capaces de criar *inter se*, transmiten a sus descendientes, de generación en generación, la misma organización compuesta, y, por consiguiente, no tenemos que sorprendernos de que su esterilidad, aunque algo variable, no disminuya; es incluso susceptible de aumentar, siendo esto generalmente el resultado, como antes se explicó, del cruzamiento entre parientes demasiado próximos. La precedente opinión de que la esterilidad de los híbridos es producida porque dos constituciones se han combinado en una, ha sido enérgicamente defendida por Max Wichura.

Tenemos, sin embargo, que reconocer que no podemos explicar con esta teoría, ni con otra alguna, varios hechos referentes a la esterilidad

de los híbridos producidos por cruzamientos recíprocos, y a la esterilidad mayor de los híbridos que, accidental y excepcionalmente, se parecen mucho a uno u otro de sus progenitores puros. Tampoco pretendo que las observaciones precedentes lleguen a la raíz del asunto; no se ha dado explicación alguna de por qué un organismo se vuelve estéril cuando está colocado en condiciones no naturales. Lo único que pretendo demostrar es que en dos casos por algunos conceptos semejantes, la esterilidad es el resultado común, debido, en un caso, a que las condiciones de vida han sido perturbadas, y en el otro, a que la organización ha sido perturbada porque dos organizaciones se han combinado en una sola.

Un paralelismo semejante existe en una clase afín, aunque muy diferente, de hechos. Es una creencia antigua y casi universal, fundada en un conjunto considerable de pruebas que he dado en otro lugar, que los cambios ligeros en las condiciones de vida son beneficiosos para todos los seres vivientes. Vemos que los labradores y jardineros efectúan esto con los frecuentes cambios de semillas, tubérculos, etc., de un suelo o clima a otros, y viceversa. Durante la convalecencia de los animales resulta muy beneficioso cualquier cambio en sus costumbres. Además, existen pruebas evidentes de que, tanto en los animales como en las plantas, un cruzamiento entre individuos de la misma especie, que difieran hasta cierto punto, proporciona vigor y fecundidad a la descendencia, y que la unión entre los parientes muy próximos durante varias generaciones, si están mantenidos en las mismas condiciones de vida, conducen, casi siempre, a disminución de tamaño, a debilidad o esterilidad.

Parece, pues, por consiguiente, que, de una parte, los pequeños cambios en las condiciones de vida son beneficiosos a todos los seres orgánicos, y, de otra, que los cruzamientos pequeños -esto es, cruzamientos entre machos y hembras de la misma especie, que han estado sometidos a condiciones diferentes o que han variado ligeramente- dan vigor y fecundidad a la descendencia. Pero, como hemos visto, los seres orgánicos acostumbrados durante mucho tiempo a ciertas condiciones uniformes en estado natural, cuando son sometidos, como ocurre en cautividad, a un cambio considerable en las condiciones, con mucha frecuencia se vuelven más o menos estériles; y sabemos que un cruzamiento entre dos formas que han llegado a ser muy diferentes, o

específicamente diferentes, produce híbridos que son casi siempre estériles en algún grado. Estoy completamente persuadido que este doble paralelismo no es, en modo alguno, una casualidad ni una ilusión. El que pueda explicar por qué el elefante y otros muchos animales son incapaces de criar cuando se les tiene en un confinamiento, tan sólo parcial, en su país natal, podrá explicar la causa fundamental de que los híbridos sean estériles de un modo tan general. Y al mismo tiempo podrá explicar por qué las razas de algunos animales domésticos, que han sido sometidas muchas veces a condiciones nuevas y no uniformes, son completamente fecundas entre sí, aun cuando desciendan de distintas especies, que es probable que, si se hubieran cruzado primitivamente, hubiesen sido estériles. Estas dos series paralelas de hechos parecen estar relacionadas entre sí por algún lazo común y desconocido relacionado esencialmente con el principio de la vida; siendo este principio, según míster Herbert Spencer, que la vida depende o consiste en la incesante acción y reacción de diferentes fuerzas, que, como en toda la naturaleza, están siempre tendiendo al equilibrio, y cuando esta tendencia es ligeramente perturbada por un cambio, las fuerzas vitales aumentan de poder.

DIMORFISMO Y TRIMORFISMO RECÍPROCOS

Este asunto puede ser discutido aquí brevemente, y se verá que proyecta alguna luz sobre el hibridismo. Diferentes plantas, pertenecientes a distintos órdenes, presentan dos formas que existen representadas por un número aproximadamente igual de individuos y que no difieren en nada, excepto en sus órganos reproductores, teniendo una forma el pistilo largo y los estambres cortos y la otra el pistilo corto y los estambres largos, y siendo los granos de polen de tamaño diferente en ellas. En las plantas trimorfas existen tres formas también diferentes en la longitud de sus pistilos y estambres, en el tamaño y color de los granos de polen y en otros caracteres; y, como en cada una de las tres formas hay dos clases de estambres, las tres formas poseen, en junto, seis clases de estambres y tres de pistilos. Estos órganos tienen su longitud tan proporcionada entre sí, que la mitad de los estambres en dos de las formas están al nivel del estigma de la tercera forma. Ahora bien, he demostrado -y este resultado ha sido conformado por otros

observadores- que, para obtener en estas plantas fecundidad completa, es necesario que el estigma de una forma sea fecundado por el polen tomado de los estambres de altura correspondiente en otra forma. De modo que en las especies dimorfas dos uniones -que pueden llamarse legítimas- son completamente fecundas y otras dos -que pueden llamarse ilegítimas- son más o menos infecundas. En las especies trimorfas seis uniones son legítimas o completamente fecundas, y doce son ilegítimas o más o menos infecundas.

La infecundidad que se puede observar en diferentes plantas dimorfas y trimorfas cuando son fecundas ilegítimamente -esto es, por polen tomado de estambres que no corresponden en altura al pistilo-, difiere mucho en grado hasta llegar a la esterilidad absoluta y completa, exactamente lo mismo que ocurre en los cruzamientos de especies distintas. En este último caso, el grado de esterilidad depende mucho de que las condiciones de vida sean más o menos favorables: y lo mismo he observado en las uniones ilegítimas. Es bien conocido que si en el estigma de una flor se coloca el polen de una especie distinta y luego -aun después de un espacio de tiempo considerable- se coloca en el mismo estigma su propio polen, la acción del segundo es tan vigorosamente preponderante, que, en general, anula el efecto del polen precedente; lo mismo ocurre con el polen de las diferentes formas de la misma especie, pues el polen legítimo es enérgicamente preponderante sobre el ilegítimo cuando se colocan ambos sobre el mismo estigma. Me he cerciorado de esto fecundando diferentes flores, primero ilegítimamente y veinticuatro horas después legítimamente, con polen tomado de una variedad de color particular, y todas las plantitas procedentes de las semillas eran de este mismo color; esto demuestra que el polen legítimo, aunque aplicado veinticuatro horas después, había destruido por completo, o evitado, la acción del polen ilegítimo anteriormente aplicado. Además, en este caso -lo mismo que al hacer cruzamientos recíprocos entre dos especies- hay, a veces, una gran diferencia en los resultados, y lo mismo ocurre en las especies trimorfas; por ejemplo, la forma de estilo mediano de *Lythrum salicaria* fue fecundada ilegítimamente, con la mayor facilidad, por el polen de los estambres largos de la forma de estilo corto, y produjo muchas semillas; pero esta última forma no produjo ni una sola semilla al ser fecundada por los estambres largos de la forma de estilo mediano.

Por todos estos conceptos, y por otros que podrían añadirse, las formas de una misma especie indubitable, cuando se unen ilegítimamente, se conducen exactamente del mismo modo que dos especies distintas cuando se cruzan. Esto me condujo a observar cuidadosamente, durante cuatro años, muchas plantas nacidas de semillas procedentes de varias uniones ilegítimas. El resultado principal es que estas plantas ilegítimas -como pueden llamarse- no son por completo fecundas. Es posible obtener de las especies dimorfas plantas ilegítimas, tanto de estilo largo como de estilo corto, y de las plantas trimorfas, las tres formas ilegítimas. Estas pueden después unirse debidamente de un modo legítimo. Cuando se ha hecho esto, no parece que haya razón alguna para que no den tantas semillas como dieron sus padres cuando fueron fecundados legítimamente. Pero no ocurre así; todas ellas son infecundas en diferentes grados, siendo algunas tan completa e incorregiblemente estériles, que no produjeron, en cuatro temporadas, ni una sola semilla, y ni siquiera un fruto. La esterilidad de estas plantas ilegítimas al unirse entre sí de un modo legítimo puede compararse rigurosamente con la de los híbridos cuando se cruzan *inter se*. Por otra parte, si un híbrido se cruza con una u otra de las especies progenitoras puras, la esterilidad ordinariamente disminuye mucho, y lo mismo ocurre cuando una planta ilegítima es fecundada por una planta legítima. Del mismo modo que la esterilidad de los híbridos no va siempre paralela con la dificultad de hacer el primer cruzamiento entre las dos especies progenitoras, también la esterilidad de ciertas plantas ilegítimas fue extraordinariamente grande, mientras que la esterilidad de la unión de que derribaron no fue nada grande. En híbridos procedentes de semillas del mismo fruto, el grado de esterilidad es variable, por predisposición innata, y lo mismo ocurre, de un modo bien señalado, en las plantas ilegítimas. Por último, muchos híbridos dan con persistencia flores abundantes, mientras que otros híbridos más estériles dan pocas flores, y son débiles y miserables enanos; casos exactamente análogos se presentan en la descendencia ilegítima de diversas plantas dimorfas y trimorfas.

En conjunto, entre las plantas ilegítimas y los híbridos existe la mayor identidad en caracteres y modo de conducirse. Apenas es exageración sostener que las plantas ilegítimas son híbridos producidos dentro de los límites de una misma especie por la unión irregular de ciertas

formas, mientras que los híbridos ordinarios están producidos por una unión irregular entre las llamadas especies distintas. Ya hemos visto, además, que existe la mayor semejanza por todos conceptos entre las primeras uniones ilegítimas y los primeros cruzamientos entre especies distintas. Esto, quizá, se haría aún más patente mediante un ejemplo; supongamos que un botánico encontrase dos variedades bien señaladas -como las hay- de la forma de estilo largo del *Lythrum salicaria*, que es trimorfo, y que decidiese experimentar por cruzamiento si eran o no específicamente distintas. El botánico verla que producían sólo un quinto aproximadamente del número normal de semillas, y que se conducían en todos los conceptos antes detallados como si fuesen dos especies distintas. Pero, para cerciorarse, tendría que criar plantas de las semillas supuestas híbridas, y encontraría que las plantas nacidas de ellas eran miserablemente enanas y completamente estériles, y que se conducían en todos los restantes conceptos lo mismo que los híbridos ordinarios. El botánico podría entonces sostener que había probado positivamente, de conformidad con la opinión común, que las dos variedades eran dos especies tan buenas y distintas como cualesquiera otras del mundo; sin embargo, se habría engañado por completo.

Los hechos que se acaban de citar, referentes a las plantas dimorfas y trimorfas, son importantes: primero, porque nos muestran que la prueba fisiológica de disminución de fecundidad, tanto en los primeros cruzamientos como en los híbridos, no es un criterio seguro de distinción específica; segundo, porque podemos sacar la conclusión de que existe algún lazo desconocido que une la infecundidad de las uniones ilegítimas con la de su ilegítima descendencia, y nos vemos llevados a hacer extensiva la misma opinión a los primeros cruzamientos y a los híbridos; y tercero, porque encontramos -y esto me parece de particular importancia- que pueden existir dos o tres formas de la misma especie, que no difieren por ningún concepto, ni de estructura ni de constitución, con relación a las condiciones externas, y, sin embargo, son estériles cuando se unen de ciertos modos; pues debemos recordar que la unión que resulta estéril es la de elementos sexuales de los individuos de la misma forma -por ejemplo, de dos formas de estilo largo-, mientras que la unión de elementos sexuales pertenecientes a dos formas distintas es la que resulta fecunda. Por consiguiente, el caso aparece, a primera vista, exactamente a la inversa de lo que sucede en las

uniones ordinarias de individuos de la misma especie y en cruzamientos entre especies distintas. Sin embargo, es dudoso que realmente sea así; pero no me extenderé sobre este asunto tan obscuro.

De la consideración de las plantas dimorfas y trimorfas podemos, sin embargo, deducir, como probable, que la esterilidad de diferentes especies cuando se cruzan y de su progenie híbrida depende exclusivamente de la naturaleza de sus elementos sexuales, y no de alguna diferencia en su estructura y constitución general. Nos lleva también a esta misma conclusión el considerar los cruzamientos recíprocos en los que el macho de una especie no puede ser unido, o puede serlo sólo con gran dificultad, a la hembra de una segunda especie, mientras que el cruzamiento inverso puede efectuarse con toda facilidad. Gärtner, tan excelente observador, llegó también a la conclusión de que las especies, cuando se cruzan, son estériles debido a diferencias limitadas a sus aparatos reproductores.

LA FECUNDIDAD DE LAS VARIEDADES AL CRUZARSE Y DE SU DESCENDENCIA MESTIZA NO ES UNIVERSAL

Puede presentarse como un argumento abrumador, que tiene que haber alguna distinción esencial entre las especies y las variedades, puesto que estas últimas, por mucho que puedan diferir entre sí por su apariencia externa, se cruzan con toda facilidad y producen descendencia completamente fecunda. Salvo algunas excepciones, que se citarán ahora, admito por completo que ésta es la regla. Pero el asunto está rodeado de dificultades, pues, por lo que se refiere a las variedades producidas en la naturaleza, si dos formas tenidas hasta ahora como variedades se encuentra que son estériles entre sí en algún grado, la mayor parte de los naturalistas las clasificarán inmediatamente como especies. Por ejemplo: de los murajes de flores azules y los de flores blancas, que son considerados como variedades por la mayor parte de los botánicos, Gärtner dice que son completamente estériles al cruzarse, y, en consecuencia, los clasifica como especies indubitables. Si argüimos así, en un círculo vicioso, seguramente tendrá que concederse la fecundidad de todas las variedades producidas en la naturaleza.

Si nos dirigimos a las variedades producidas, o que se supone que han sido producidas, en domesticidad, nos vemos también envueltos

por alguna duda; pues cuando se comprueba, por ejemplo, que ciertos perros domésticos indígenas de América del Sur no se unen fácilmente con los perros europeos, la explicación que a todo el mundo se le ocurrirá, y que probablemente es la verdadera, es que descienden de especies primitivamente distintas. Sin embargo, la fecundidad perfecta de tantas razas domésticas, que difieren tanto en apariencia -por ejemplo, las razas de la paloma o las de la col- es un hecho notable, especialmente si reflexionamos cuántas especies existen que, aun cuando se asemejen entre sí mucho, son absolutamente estériles al cruzarse. Varias consideraciones, sin embargo, hacen menos notable la fecundidad de las variedades domésticas. En primer lugar, puede observarse que el grado de diferencia externa entre dos especies no es un indicio seguro de su grado de esterilidad mutua, de modo que diferencias análogas en el caso de las variedades no constituirían un indicio seguro. Es indudable que, en las especies, la causa descansa exclusivamente en diferencias en su constitución sexual. Ahora bien; las condiciones variables a que han sido sometidos los animales domésticos y las plantas cultivadas han tendido tan poco a modificar el sistema reproductor de manera que condujese a la esterilidad mutua, que tenemos buen fundamento para admitir la doctrina diametralmente opuesta, de Pallas, o sea, que tales condiciones, por lo general, eliminan esta tendencia, de modo que llegan a ser completamente fecundos entre si los descendientes domésticos de especies que, en su estado natural, habrían sido probablemente estériles, en cierto grado, al cruzarse. En las plantas, tan lejos está el cultivo de producir una tendencia a la esterilidad entre especies distintas, que en varios casos bien comprobados, a los que antes se hizo referencia, ciertas plantas han sido modificadas de un modo opuesto, pues han llegado a hacerse impotentes para sí mismas, aunque conservando todavía la facultad de fecundar a otras especies y de ser fecundadas por éstas. Si se admite la doctrina de Pallas de la eliminación de la esterilidad mediante domesticidad muy prolongada -doctrina que difícilmente puede rechazarse-, se hace sumamente improbable el que condiciones análogas prolongadas durante mucho tiempo produzcan igualmente la tendencia a la esterilidad, aun cuando, en ciertos casos, en especies de una constitución peculiar, pudo a veces la esterilidad producirse de este modo. Así podemos, creo yo, comprender por qué no se han producido en los animales domésticos

variedades que sean mutuamente estériles, y por qué en las plantas se han observado sólo un corto número de estos casos, que inmediatamente van a ser citados.

La verdadera dificultad en la cuestión presente no me parece que sea por qué las variedades domésticas no se han vuelto mutuamente infecundas al cruzarse, sino por qué ha ocurrido esto de un modo tan general en las variedades naturales, tan luego como se han modificado en grado suficiente para llegar a la categoría de especies. Estamos muy lejos de conocer exactamente la causa, y esto no es sorprendente viendo nuestra profunda ignorancia respecto a la acción normal y anormal del aparato reproductor. Pero podemos ver que las especies, debido a su lucha por la existencia con numerosos competidores, habrán estado expuestas durante largos períodos de tiempos a condiciones más uniformes que lo han estado las variaciones domésticas, y esto puede muy bien producir una gran diferencia en el resultado, pues sabemos cuán comúnmente se vuelven estériles las plantas y animales salvajes al sacarlos de sus condiciones naturales y someterlos a cautividad, y las funciones reproductoras de los seres orgánicos que han vivido siempre en condiciones naturales es probable que sean, de la misma manera, sumamente sensibles a la influencia de un cruzamiento antinatural. Las producciones domésticas que, al contrario, como muestra el simple hecho de su domesticidad, no eran primitivamente muy sensibles a los cambios en sus condiciones de vida y que pueden generalmente resistir ahora, sin disminución en su fecundidad, repetidos cambios de condiciones de vida, puede esperarse que produzcan variedades que estén poco expuestas a que sus facultades reproductoras sean influidas perjudicialmente por el acto del cruzamiento con otras variedades que se originaron de un modo análogo.

Hasta ahora he hablado como si las variedades de la misma especie fuesen invariablemente fecundadas al cruzarse entre sí; pero es imposible resistirse a la evidencia de que existe un cierto grado de esterilidad en el corto número de casos siguientes, que resumiré brevemente. Las pruebas son, por lo menos, tan buenas como aquellas por las cuales creemos en la esterilidad de una multitud de especies. Las pruebas proceden también de testigos adversarios, que, en todos los casos, consideran la fecundidad y la esterilidad como un criterio seguro de distinción específica. Gärtner conservó en su huerta, creciendo una junto a

otra, durante varios años, una clase enana de maíz de granos amarillos y una variedad alta de granos rojos, y aun cuando estas plantas tienen los sexos separados, jamás se cruzaron mutuamente. Luego fecundó trece flores de una clase con el polen de la otra; pero únicamente una sola espiga produjo semilla, y ésta produjo sólo cinco granos. Como las plantas tienen los sexos separados, la manipulación en este caso no pudo ser perjudicial. Nadie, creo yo, ha sospechado que estas variedades de maíz sean especies distintas, y es importante advertir que las plantas híbridas así obtenidas fueron *completamente* fecundas; de modo que hasta Gärtner no se aventuró a considerar las dos variedades como específicamente distintas.

Girou de Buzareingues cruzó tres variedades de calabaza vinatera, planta que, lo mismo que el maíz, tiene los sexos separados, y afirma que su fecundación mutua es tanto menos fácil cuanto sus diferencias son mayores. No sé hasta qué punto estas experiencias puedan ser dignas de crédito; pero las formas con que se experimentó son clasificadas como variedades por Sageret, que funda principalmente su clasificación en la prueba de la fecundidad, y Naudin ha llegado a la misma conclusión.

El caso siguiente es mucho más notable, y a primera vista parece increíble; pero es el resultado de un número asombroso de experimentos hechos durante muchos años en nueve, especies de *Verbascum* por tan buen observador y tan contrario testigo como Gärtner. Consiste este caso en que, cuando se cruzan, las variedades amarillas y blancas producen menos semillas que las variedades de igual color de la misma especie. Es más: afirma que, cuando variedades amarillas y blancas de una especie se cruzan con variedades amarillas y blancas de una especie *distinta*, se producen más semillas en los cruzamientos entre flores del mismo color que en los cruzamientos entre flores de color diferente. Míster Scott también ha hecho experiencias en las especies y variedades de *Verbascum*, y, aunque no ha podido confirmar los resultados de Gärtner sobre el cruzamiento de las especies distintas, encuentra que las variedades que tienen color diferente producen menos semillas -en la relación de 86 a 100- que las variedades del mismo color. Sin embargo, estas variedades no difieren en nada, excepto en el color de sus flores, y una variedad puede a veces obtenerse de la semilla de otra.

Kölreuter, cuya exactitud ha sido confirmada por todos los observadores posteriores, ha demostrado el hecho notable de que una variedad del tabaco común era más fecunda que otras al cruzarla con una especie muy distinta. Hizo experiencias con cinco formas que comúnmente son reputadas como variedades, las cuales ensayó con la más rigurosa prueba, o sea mediante cruzamientos recíprocos, y encontró que su descendencia mestiza era completamente fecunda; pero una de estas cinco variedades, utilizada ya como padre, ya como madre, y cruzada con la *Nicotiana glutinosa*, producía siempre híbridos no tan estériles como los producidos por las otras cuatro variedades al cruzarlas con *N. glutinosa*. Por consiguiente, el aparato reproductor de aquella variedad tiene que haber sido en algún modo y en cierto grado modificado.

En vista de estos hechos, no se puede sostener ya más el que las variedades, al cruzarse, son invariablemente fecundas por completo. De la gran dificultad de cerciorarnos de la fecundidad de las variedades en estado natural -pues si se probase que una supuesta variedad es infecunda en algún grado sería clasificada casi universalmente como una especie-; de que el hombre atienda sólo a los caracteres externos en las variedades domésticas, y de que estas variedades no hayan estado sometidas, durante períodos muy largos, a condiciones uniformes de vida: de estas diferentes condiciones, podemos sacar la conclusión de que la fecundidad al cruzarse no constituye una distinción fundamental entre las variedades y las especies. La esterilidad general de las especies cruzadas puede seguramente ser considerada, no como una adquisición o don especial, sino como consecuencia incidental de cambios de naturaleza desconocida en los elementos sexuales.

*COMPARACIÓN ENTRE LOS HÍBRIDOS Y LOS MESTIZOS,
INDEPENDIENTEMENTE DE SU FECUNDIDAD*

Independientemente de la cuestión de fecundidad, los descendientes del cruzamiento de especies y variedades pueden ser comparados por otros varios conceptos. Gärtner, cuyo mayor deseo era trazar una línea de separación entre especies y variedades, no pudo encontrar entre la llamada descendencia híbrida de las especies y la llamada descendencia mestiza de las variedades más que poquísimas diferencias, a

mi parecer completamente insignificantes; y, por el contrario, ambas se asemejan muchísimo por varios conceptos importantes.

Discutiré aquí este asunto con suma brevedad. La diferencia más importante es que, en la primera generación, los mestizos son más variables que los híbridos; pero Gärtner admite que los híbridos de especies que han sido cultivadas durante mucho tiempo son con frecuencia variables en la primera generación, y yo mismo he visto ejemplos llamativos de este hecho. Gärtner admite, además, que los híbridos entre especies muy próximas son más variables que los de especies muy diferentes, y esto muestra que la diferencia en el grado de variabilidad desaparece gradualmente. Cuando los híbridos más fecundos y los mestizos se propagan por varias generaciones, es notoria, en ambos casos, una extrema variabilidad en la descendencia; pero podrían citarse algunos ejemplos tanto de híbridos como de mestizos que conservaron mucho tiempo un carácter uniforme. Sin embargo, la variabilidad en las generaciones sucesivas de mestizos es quizá mayor que en los híbridos.

Esta variabilidad mayor en los mestizos que en los híbridos, no parece, en modo alguno, sorprendente; pues los padres de mestizos son variedades, y en la mayor parte de los casos variedades domésticas -poquísimos experimentos se han intentado con variedades naturales-, y esto implica que ha habido variación reciente, la cual muchas veces continuaría y aumentaría la que resulta del acto del cruzamiento. La débil variabilidad de los híbridos en la primera generación, en contraste con la que existe en las generaciones sucesivas, es un hecho curioso y merece atención, pues apoya la opinión que he admitido acerca de una de las causas de variabilidad ordinaria, o sea que el aparato reproductor, por ser sumamente sensible al cambio de condiciones de vida, deja en estas circunstancias de realizar su función propia de producir descendencia sumamente semejante por todos conceptos a la forma progenitora. Ahora bien; los híbridos, en la primera generación, descienden de especies que, exceptuando las cultivadas durante mucho tiempo, no han tenido su aparato reproductor modificado de modo alguno, y no son variables; pero los híbridos mismos tienen su aparato reproductor gravemente perturbado, y sus descendientes son sumamente variables.

Pero, volviendo a nuestra comparación entre los mestizos y los hí-

bridos, Gärtner establece que los mestizos son algo más propensos que los híbridos a volver a una u otra de las formas progenitoras, aunque esto, si es exacto, es con seguridad sólo una diferencia de grado. Es más, Gärtner expresamente afirma que los híbridos de plantas cultivadas durante mucho tiempo están más sujetos a reversión que los híbridos en estado natural, y esto probablemente explica la singular diferencia en los resultados a que han llegado los distintos observadores; así, Max Wichura, que experimentó en formas no cultivadas de sauces, duda de si los híbridos vuelven o no alguna vez a sus formas progenitoras; mientras que, por el contrario, Naudin, que experimentó principalmente con plantas cultivadas, insiste, en los términos más enérgicos, sobre la tendencia casi universal de los híbridos a la reversión. Gärtner comprueba, además, que cuando dos especies cualesquiera, aun cuando sean muy próximas, se cruzan con una tercera, los híbridos son muy diferentes entre sí; mientras que si dos variedades muy distintas de una especie se cruzan con otra especie, los híbridos no difieren mucho. Pero esta conclusión, hasta donde he podido averiguar, se funda en un solo experimento, y parece diametralmente opuesta a los resultados de diferentes experimentos hechos por Kölreuter.

Estas solas son las diferencias sin importancia que puede Gärtner señalar entre las plantas híbridas y mestizas. Por otra parte, los grados y clases de semejanza de mestizos e híbridos con sus padres respectivos, especialmente de los híbridos producidos por especies próximas, siguen, según Gärtner, las mismas leyes. Cuando se cruzan dos especies, a veces tiene una la facultad predominante de imprimir su semejanza al híbrido. Creo yo que esto ocurre en las variedades de plantas, y en los animales es seguro que una variedad tiene su facultad predominante sobre la otra. Las plantas híbridas procedentes de un cruzamiento recíproco se asemejan generalmente mucho entre sí, y lo mismo ocurre con las plantas mestizas procedentes de cruzamientos recíprocos. Tanto los híbridos como los mestizos, pueden ser reducidos a una u otra de las formas progenitoras mediante cruzamientos repetidos en generaciones sucesivas con una de ellas.

Estas diferentes observaciones parecen aplicables a los animales; pero el asunto, en este caso, es muy complicado, debido, en parte, a la existencia de caracteres sexuales secundarios, pero más especialmente a que el predominio en transmitir la semejanza es más enérgico pasan-

do por un sexo que por el otro, tanto cuando una especie se cruza con otra especie como cuando una variedad se cruza con otra variedad. Por ejemplo, creo que tienen razón los autores que sostienen que el asno tiene una acción predominante sobre el caballo; de modo que, tanto el mulo como el burdégano, se asemejan más al asno que al caballo; pero el predominio es más enérgico por el garañón que por la borrica; de modo que el mulo, que es hijo de garañón y yegua, es más parecido al asno que el burdégano, que es hijo de borrica y caballo.

Se ha dado mucha importancia por algunos autores al hecho de que sólo en los mestizos la descendencia no tiene un carácter intermedio, sino que se asemeja mucho a uno de sus padres; pero esto ocurre también en los híbridos, aun cuando convengo que con mucha menos frecuencia que en los mestizos. Considerando los casos que he reunido de animales cruzados que se asemejan mucho a uno de los padres, las semejanzas parecen limitadas principalmente a caracteres de naturaleza casi monstruosa, y que han aparecido de repente, tales como albinismo, melanismo, falta de cola o de cuernos, o dedos adicionales, y no se refieren a caracteres que han sido adquiridos lentamente por selección. La tendencia a la vuelta repentina al carácter perfecto de uno u otro de los padres tendría también que presentarse con más facilidad en los mestizos que descienden de variedades muchas veces producidas de repente y de carácter semimonstruoso, que en híbridos que descienden de especies producidas lenta y naturalmente. En conjunto, estoy completamente conforme con el doctor Prosper Lucas, quien, después de ordenar un enorme cúmulo de hechos referentes a los animales, llega a la conclusión de que las leyes de semejanza del hijo con sus padres son las mismas, tanto si los padres difieren poco como si difieren mucho entre sí, o sea, tanto en la unión de individuos de la misma variedad como en la de variedades diferentes o de especies, distintas.

Independientemente de la cuestión de la fecundidad y esterilidad, por todos los otros conceptos parece haber una semejanza estrecha y general entre la descendencia del cruzamiento de especies y la del cruzamiento de variedades. Si consideramos las especies como creadas especialmente y las variedades como producidas por leyes secundarias esta semejanza sería un hecho sorprendente; pero este hecho se armoniza perfectamente con la opinión de que no hay diferencia esencial entre especies y variedades.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Los primeros cruzamientos entre formas lo bastante distintas para que sean clasificadas como especies y los híbridos de ellas, son muy generalmente -aunque no siempre- estériles. La esterilidad presenta todos los grados, y con frecuencia es tan ligera, que los experimentadores más cuidadosos han llegado a conclusiones diametralmente opuestas al clasificar formas mediante esta prueba. La esterilidad es variable por disposición innata en individuos de la misma especie, y es sumamente sensible a la acción de condiciones favorables y desfavorables. El grado de esterilidad no acompaña rigurosamente a la afinidad sistemática, sino que es regulado por diferentes leyes curiosas y complicadas. En general es diferente -y a veces muy diferente- en los cruzamientos recíprocos entre dos mismas especies. No siempre es del mismo grado en el primer cruzamiento y en los híbridos producidos por éste.

Así como al injertar árboles la capacidad de una especie o variedad para prender en otra depende de diferencias, generalmente de naturaleza desconocida, en sus sistemas vegetativos, del mismo modo en los cruzamientos la mayor o menor facilidad de una especie para unirse a otra depende de diferencias desconocidas en sus aparatos reproductores. No hay más razón para pensar que las especies han sido dotadas especialmente de diferentes grados de esterilidad para impedir su cruzamiento y confusión en la naturaleza, que para pensar que los árboles han sido dotados de grados diferentes y algo análogos de dificultad al ser injertados, con objeto de impedir en los montes su injerto por aproximación.

La esterilidad en los primeros cruzamientos y en los de su descendencia híbrida no ha sido adquirida por selección natural. En los primeros cruzamientos parece depender de diferentes circunstancias; en muchos casos depende, en gran parte, de la muerte prematura del embrión. En el caso de los híbridos, parece depender de que toda su organización ha sido perturbada por estar compuesta por dos formas distintas, siendo la esterilidad muy semejante a la que experimentan con tanta frecuencia las especies puras cuando se someten a condiciones de vida nuevas y no naturales. Quien explique estos últimos casos podrá explicar la esterilidad de los híbridos. Esta opinión se encuentra vigorosamente sostenida por un paralelismo de otra clase, o sea que,

en primer lugar, pequeños cambios en las condiciones de vida aumentan el vigor y fecundidad de todos los seres vivientes, y, además, que el cruzamiento de formas que han estado sometidas a condiciones de vida ligeramente diferentes, o que han variado, es favorable al tamaño, vigor y fecundidad de la descendencia. Los hechos citados acerca de la esterilidad de las uniones ilegítimas de plantas dimorfas y trimorfas y de su descendencia ilegítima hacen, quizá, probable el que exista algún lazo desconocido que una en todos los casos la fecundidad de las primeras uniones con la de los descendientes. La consideración de estos hechos relativos al dimorfismo, lo mismo que la de los resultados de cruzamientos recíprocos, lleva claramente a la conclusión de que la causa primaria de la esterilidad en los cruzamientos de las especies está limitada a diferencias en sus elementos sexuales. Pero no sabemos por qué los elementos sexuales, en el caso de las especies distintas, se tienen que haber modificado en mayor o menor grado de un modo tan general, conduciendo a su infecundidad mutua, aunque esto parece tener alguna relación estrecha con el que las especies han estado sometidas durante largos períodos de tiempo a condiciones de vida casi uniformes.

No es sorprendente que la dificultad de cruzar dos especies y la esterilidad de su descendencia híbrida se correspondan en la mayor parte de los casos, aun cuando se deban a causas distintas; pues ambas dependen del grado de diferencia entre las especies cruzadas. Tampoco es sorprendente que la facilidad de efectuar el primer cruzamiento, la fecundidad de los híbridos de este modo producidos y la capacidad de injertarse -aun cuando esta última dependa evidentemente de circunstancias muy diferentes- vayan todas, hasta cierto punto, paralelas a la afinidad sistemática de las formas sometidas a experimento, pues la afinidad sistemática comprende semejanzas de todas clases.

Los primeros cruzamientos entre formas que se sabe que son variedades, o lo suficientemente parecidas para ser consideradas como tales, y los cruzamientos entre sus descendientes mestizos, son muy generalmente fecundos, pero no invariablemente como con tanta frecuencia se ha afirmado. Tampoco es sorprendente esta fecundidad casi perfecta cuando se recuerda lo expuestos que estamos, por lo que se refiere a las variedades en estado natural, a discutir en un círculo vicioso, y cuando recordamos que el mayor número de variedades han sido

producidas en domesticidad por la selección de simples diferencias externas y no han estado sometidas durante mucho tiempo a condiciones uniformes de vida. Debemos tener especialmente presente también que la domesticidad prolongada tiende a eliminar la esterilidad, y, por consiguiente, es poco adecuada para producir esta misma cualidad. Independientemente de la cuestión de la fecundidad, por todos los otros conceptos existe la mayor semejanza general entre híbridos y mestizos, en su variabilidad, en su facultad de absorberse mutuamente por cruzamientos repetidos y en heredar caracteres de ambas formas progenitoras. Por último, pues, aun cuando estemos tan ignorantes de la causa precisa de la esterilidad de los primeros cruzamientos y de la de los híbridos, como lo estamos de por qué se vuelven estériles los animales y plantas sacados de sus condiciones naturales, sin embargo, los hechos citados en este capítulo no me parecen opuestos a la idea de que las especies existieron primitivamente como variedades.

CAPÍTULO X
DE LA IMPERFECCIÓN DE LOS REGISTROS
GEOLÓGICOS

Ausencia actual de variedades intermedias. -Naturaleza de las variedades intermedias extinguidas: su número. -Tiempo transcurrido, según se infiere de la velocidad de denudación y de depósito. -Tiempo transcurrido, evaluado en años. -Pobreza de nuestras colecciones paleontológicas. -Intermitencia de las formaciones geológicas. -Denudación de las áreas graníticas. -Ausencia de variedades intermedias en una formación. -Aparición súbita de grupos de especies. -Su aparición súbita en los estratos fosilíferos inferiores conocidos. -Antigüedad de la tierra habitable.

En el capítulo sexto he enumerado las objeciones principales que se podían presentar razonablemente en contra de las opiniones sostenidas en este libro. La mayor parte de ellas han sido ya discutidas. Una, la distinción clara de las formas específicas y el no estar ligadas entre sí por innumerables formas de transición, es una dificultad evidéntísima. He expuesto razones por las cuales estas formas de tránsito no se presentan, por lo común, actualmente, aun en las circunstancias al parecer las más favorables para su presencia, o sea, en un territorio extenso y continuo, con condiciones físicas que varíen gradualmente de unos lugares a otros. Me esforcé en demostrar que la vida de cada especie depende más de la presencia de otras formas orgánicas ya definidas que del clima, y por consiguiente, que las condiciones de vida reinantes no pasan en realidad tan insensiblemente por gradaciones como el calor y la humedad. Me esforcé también en demostrar que las variaciones intermedias, por estar representadas por número menor de individuos que las formas que enlazan, serán generalmente derrotadas y exterminadas en el transcurso de ulteriores modificaciones y perfeccionamientos. Sin embargo, la causa principal de que no se presenten por todas partes en la naturaleza innumerables formas intermedias, depende del proceso mismo de selección natural, mediante el cual variedades nuevas ocupan continuamente los puestos de sus formas madres, a las que suplantán. Pero el número de variedades intermedias que han existido en otro tiempo tiene que ser verdaderamente enorme, en proporción, precisamente, a la enorme escala en que ha

obrado el proceso de exterminio. ¿Por qué, pues, cada formación geológica y cada estrato no están repletos de estos eslabones intermedios? La Geología, ciertamente, no revela la existencia de tal serie orgánica delicadamente gradual, y es ésta, quizá, la objeción más grave y clara que puede presentarse en contra de mi teoría. La explicación está, a mi parecer, en la extrema imperfección de los registros geológicos.

En primer lugar, habría que tener siempre presente qué clase de formas intermedias tienen que haber existido en otro tiempo, según mi teoría. Considerando dos especies cualesquiera, he encontrado difícil evitar el imaginarse formas directamente intermedias entre ellas; pero ésta es una opinión errónea; hemos de buscar siempre formas intermedias entre cada una de las especies y un antepasado común y desconocido, y este antepasado, por lo general, habrá diferido en algunos conceptos de todos sus descendientes modificados. Demos un ejemplo sencillo: la paloma colipavo y la buchona descienden ambas de la paloma silvestre; si poseyésemos todas las variedades intermedias que han existido en todo tiempo, tendríamos dos series sumamente completas entre ambas y la paloma silvestre; pero no tendríamos variedades directamente intermedias entre la colipavo y la buchona; ninguna, por ejemplo, que reuniese una cola algo extendida con un buche algo dilatado, que son los rasgos característicos de estas dos razas. Estas dos razas, sin embargo, han llegado a modificarse tanto, que, si no tuviésemos ninguna prueba histórica o directa sobre su origen, no hubiera sido posible el haber determinado, por la simple comparación de su conformación con la de la paloma silvestre, *C. livia*, si habían descendido de esta especie o de alguna otra forma próxima, tal como *C. aenas*.

Lo mismo ocurre con las especies naturales; si consideramos formas muy distintas, por ejemplo, el caballo y el tapir, no tenemos motivo para suponer que alguna vez existieron formas directamente intermedias entre ambas, sino entre cada una de ellas y un antepasado común desconocido. El progenitor común habrá tenido en toda su organización una gran semejanza general con el tapir y el caballo, pero en algunos puntos de conformación puede haber diferido considerablemente de ambos, hasta quizá más de lo que ellos difieren entre sí. Por consiguiente, en todos estos casos seríamos incapaces de reconocer la forma madre de dos o más especies, aun cuando comparásemos la

estructura de ella con las de sus descendientes modificados, a menos que, al mismo tiempo, tuviésemos una cadena casi completa de eslabones intermedios.

Apenas es posible, según mi teoría, el que de dos especies vivientes pueda una haber descendido de la otra -por ejemplo, un caballo de un tapir-, y, en este caso, habrán existido eslabones *directamente* intermedios entre ellas. Pero este caso supondría que una forma había permanecido sin modificación durante un período, mientras que sus descendientes habían experimentado un cambio considerable, y el principio de la competencia entre organismo y organismo, entre hijo y padre, hará que esto sea un acontecimiento rarísimo; pues, en todos los casos, las formas de vida nuevas y perfeccionadas tienden a suplantar las no perfeccionadas y viejas.

Según la teoría de la selección natural, todas las especies vivientes han estado enlazadas con la especie madre de cada género, mediante diferencias no mayores que las que vemos hoy día entre las variedades naturales y domésticas de la misma especie; y estas especies madres, por lo general extinguidas actualmente, han estado a su vez igualmente enlazadas con formas más antiguas y así retrocediendo, convergiendo siempre en el antepasado común de cada una de las grandes clases. De este modo, el número de eslabones intermediarios y de transición entre todas las especies vivientes y extinguidas tiene que haber sido inconcebiblemente grande; pero, si esta teoría es verdadera, seguramente han vivido sobre la tierra.

TIEMPO TRANSCURRIDO, SEGÚN SE DEDUCE DE LA VELOCIDAD DE DEPÓSITO Y DE LA EXTENSIÓN DE LA DENUDACIÓN

Independientemente de que no encontramos restos fósiles de estas formas de unión infinitamente numerosas, puede hacerse la objeción de que el tiempo no debe haber sido suficiente para un cambio orgánico tan grande si todas las variaciones se han efectuado lentamente. Apenas me es posible recordar al lector que no sea un geólogo práctico los hechos que conducen a hacerse una débil idea del tiempo transcurrido. El que sea capaz de leer la gran obra de sir Carlos Lyell sobre los -que los historiadores futuros reconocerán que ha producido una revolución en las ciencias naturales- y, con todo, no admita la enorme

duración de los períodos pasados de tiempo, puede cerrar inmediatamente el presente libro. No quiere esto decir que sea suficiente estudiar los *Principios de Geología*, o leer tratados especiales de diferentes observadores acerca de distintas formaciones, y notar cómo cada autor intenta dar una idea insuficiente de la duración de cada formación y aun de cada estrato. Podemos conseguir mejor formarnos alguna idea del tiempo pasado conociendo los agentes que han trabajado y dándonos cuenta de lo profundamente que ha sido denudada la superficie de la tierra y de la cantidad de sedimentos que han sido depositados. Como Lyell ha hecho muy bien observar, la extensión y grueso de las formaciones sedimentarlas son el resultado y la medida de la denudación que ha experimentado la corteza terrestre. Por consiguiente, tendría uno que examinar por si mismo los enormes cúmulos de estratos superpuestos y observar los arroyuelos que van arrastrando barro y las olas desgastando los acantilados, para comprender algo acerca de la duración del tiempo pasado, cuyos monumentos vemos por todas partes a nuestro alrededor.

Es excelente recorrer una costa que esté formada de rocas algo duras y notar el proceso de destrucción. En la mayor parte de los casos, las mareas llegan a los acantilados dos veces al día y sólo durante un corto tiempo, y las olas no las desgastan mas que cuando van cargadas de arena o de guijarros, pues está probado que el agua pura no influye nada en el desgaste de rocas. Al fin, la base del acantilado queda minada, caen enormes trozos, y éstos, permaneciendo fijos, han de ser desgastados, partícula a partícula, hasta que, reducido su tamaño, pueden ser llevados de acá para allá por las olas, y entonces son convertidos rápidamente en cascajo, arena o barro. Pero ¡qué frecuente es ver, a lo largo de las bases de los acantilados que se retiran, peñascos redondeados, todos cubiertos por una gruesa capa de producciones marinas, que demuestran lo poco que son desgastados y lo raro que es el que sean arrastrados! Es más: si seguimos unas cuantas millas una línea de acantilado rocoso que esté experimentando erosión, encontramos que sólo en algún que otro sitio, a lo largo de alguna pequeña extensión o alrededor de un promontorio, están los acantilados sufriendola actualmente. El aspecto de la superficie y de la vegetación muestra que en cualquiera de las demás partes han pasado años desde que las aguas bañaron su base.

Sin embargo, recientemente, las observaciones de Ramsay, a la cabeza de muchos excelentes observadores -de Jukes, Geikie, Croll y otros-, nos han enseñado que la erosión atmosférica es un agente mucho más importante que la acción costera, o sea la acción de las olas. Toda la superficie de la tierra está expuesta a la acción química del aire y del agua de lluvia, con su ácido carbónico disuelto, y, en los países fríos, a las heladas; la materia desagregada es arrastrada, aun por los declives suaves, durante las lluvias fuertes y, más de lo que podría suponerse, por el viento, especialmente en los países áridos; entonces es transportada por las corrientes y ríos, que, cuando son rápidos, ahondan sus cauces y trituran los fragmentos. En un día de lluvia vemos, aun en una comarca ligeramente ondulada, los efectos de la erosión atmosférica en los arroyuelos fangosos que bajan por todas las cuestas. Míster Ramsay y míster Whitaker han demostrado -y la observación es notabilísima- que las grandes líneas de escarpas del distrito wealdico y las que se extienden a través de Inglaterra, que en otro tiempo fueron consideradas como antiguas costas, no pueden haberse formado, de este modo, pues cada línea está constituida por una sola formación, mientras que nuestros acantilados marinos, en todas partes, están formados por la intersección de diferentes formaciones. Siendo esto así, nos vemos forzados a admitir que las líneas de escarpas deben su origen, en gran parte, a que las rocas de que están compuestas han resistido la denudación atmosférica mejor que las superficies vecinas; estas superficies, por consiguiente, han sido gradualmente rebajadas, quedando salientes las líneas de roca más dura. Nada produce en la imaginación una impresión más enérgica de la inmensa duración del tiempo -según nuestras ideas de tiempo- como la convicción, de este modo conseguida, de que han producido grandes resultados los agentes atmosféricos, que aparentemente tienen tan poca fuerza y que parecen trabajar con tanta lentitud.

Una vez impuestos así de la lentitud con que la tierra es desgastada por la acción atmosférica y litoral, es conveniente, a fin de apreciar la duración del tiempo pasado, considerar, de una parte, las masas de rocas que han sido eliminadas de muchos territorios extensos, y, de otra parte, el grosor de nuestras formaciones sedimentarias. Recuerdo que quedé impresionadísimo cuando vi islas volcánicas que habían sido desgastadas por las olas y recortadas todo alrededor, formando acan-

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

tilados perpendiculares de 1.000 a 2.000 pies de altura, pues la suave pendiente de las corrientes de lava, debida a su primer estado líquido, indicaba al instante hasta dónde se había avanzado en otro tiempo en el mar las capas duras rocosas. La misma historia nos refieren, aún más claramente, las fallas, estas grandes hendeduras a lo largo de las cuales los estratos se han levantado en un lado o hundido en el otro hasta una altura o profundidad de miles de pies; pues desde que la corteza se rompió -y no hay gran diferencia, bien fuese el levantamiento brusco, bien fuese lento y efectuado por muchos movimientos pequeños, como lo creen hoy la mayor parte de los geólogos- la superficie de la tierra ha sido nivelada tan por completo, que exteriormente no es visible indicio alguno de estas grandes dislocaciones. La falla de Craven, por ejemplo, se extiende a más de treinta millas, y a lo largo de esta línea el movimiento vertical de los estratos varía de 600 a 3.000 pies. El profesor Ramsay ha publicado un estudio de un hundimiento en Anglesea de 2.300 pies, y me informa que está convencido de que existe otro en Merionethshire de 12.000 pies, y, sin embargo, en estos casos nada hay en la superficie de la tierra que indique tan prodigiosos movimientos; pues el cúmulo de rocas ha sido arrastrado hasta quedar por igual a ambos lados de la falla.

Por otro lado, en todas las partes del mundo las masas de estratos sedimentarios tienen un grosor asombroso. En la cordillera de los Andes he calculado en 10.000 pies una masa de conglomerados, y aun cuando es probable que los conglomerados se hayan acumulado más de prisa que los sedimentos finos, sin embargo, como están formados de guijarros pulimentados y redondeados, cada uno de los cuales lleva el sello del tiempo, sirven para mostrar con qué lentitud tuvo la masa que acumularse. El profesor Ramsay me ha indicado el máximo grosor -según medidas positivas en la mayor parte de los casos- de las sucesivas formaciones en *diferentes* partes de la Gran Bretaña, y el resultado es el siguiente:

-Estratos paleozoicos (sin incluir las capas ígneas)	57.154	pies.
-Estratos secundarios	13.190	-
-Estratos terciarios	2.240	-

que hacen, en junto, 72.584 pies, esto es, casi trece millas inglesas y tres cuartos. Algunas de estas formaciones, que están representadas en Inglaterra por capas delgadas, tienen en el Continente miles de pies de grueso. Es más, entre cada una de las formaciones sucesivas tenemos, según la opinión de la mayor parte de los geólogos, períodos de enorme extensión en blanco; de modo que el altísimo cúmulo de rocas sedimentarias en Inglaterra nos da una idea incompleta del tiempo transcurrido durante su acumulación. La consideración de estos diferentes hechos produce en la mente casi la misma impresión que el vano esfuerzo por alcanzar la idea de la eternidad.

Sin embargo, esta impresión es, en parte, falsa. Míster Croll, en un interesante trabajo, hace observar que no nos equivocamos «al formar una concepción demasiado grande de la duración de los períodos geológicos», sino al evaluarlos por años. Cuando los geólogos consideran fenómenos largos y complicados, y luego consideran cifras que representan varios millones de años, las dos cosas producen un efecto completamente diferente, e inmediatamente las cifras son declaradas demasiado pequeñas. Por lo que se refiere a la denudación atmosférica, míster Croll demuestra -calculando la cantidad conocida de sedimentos acarreados anualmente por los ríos, en relación con sus cuencas- que, de la altura media de todo el territorio, serían quitados de este modo, a medida que fuesen gradualmente destruídos, mil pies de roca sólida en el transcurso de seis millones de años. Esto parece un resultado asombroso, y algunas consideraciones llevan a la sospecha que puede ser demasiado grande; pero, aun reducido a la mitad, o a la cuarta parte, es todavía muy sorprendente. Pocos de nosotros, sin embargo, sabemos lo que realmente significa un millón; míster Croll da el siguiente ejemplo: tómese una tira estrecha de papel de 83 pies y 4 pulgadas de largo, y extiéndasela a lo largo de la pared de una gran sala; señálese entonces en un extremo la décima parte de una pulgada; esta décima de pulgada representará un siglo, y la tira entera un millón de años. Pero, en relación con el asunto de esta obra, téngase presente lo que quiere decir un siglo, representado, como lo está, por una medida completamente insignificante, en una sala de las dimensiones dichas. Varios eminentes criadores, en el transcurso de su sola vida, han modificado tanto algunos animales superiores -que propagan su especie mucho más lentamente que la mayor parte de los inferiores-, que han

formado lo que merece llamarse una nueva subraza. Pocos hombres se han ocupado, con el cuidado debido, de ninguna casta durante más de medio siglo; de modo que cien años representa el trabajo de dos criadores sucesivos. No hay que suponer que las especies en estado natural cambian siempre tan rápidamente como los animales domésticos bajo la dirección de la selección metódica. Sería por todos conceptos mejor la comparación con los efectos que resultan de la selección inconsciente, esto es, de la conservación de los animales más útiles y hermosos, sin intención alguna de modificar la raza; y por este proceso de selección inconsciente se han modificado sensiblemente diferentes razas en el transcurso de dos o tres siglos.

Las especies, sin embargo, cambian probablemente con mayor lentitud, y en un mismo país sólo un corto número cambian al mismo tiempo. La lentitud es consecuencia de que todos los habitantes del mismo país están ya tan bien adaptados entre sí, que en la economía de la naturaleza no se presentan, sino con largos intervalos, nuevos puestos debidos a cambios físicos de alguna clase o a la inmigración de formas nuevas. Es más: variaciones o diferencias individuales de naturaleza conveniente, mediante las que algunos de los habitantes pudiesen estar mejor adaptados a sus nuevos puestos en las circunstancias modificadas, no siempre tienen que aparecer simultáneamente. Por desgracia, no tenemos medio alguno de determinar, midiéndolo por años, el tiempo requerido para modificarse una especie; pero sobre esta cuestión del tiempo hemos de insistir.

POBREZA DE LAS COLECCIONES PALEONTOLÓGICAS

Volvamos ahora la vista a nuestros más ricos museos geológicos, y ¡qué triste espectáculo contemplamos! Que nuestras colecciones son incompletas, lo admite todo el mundo. Nunca debiera olvidarse la observación del admirable paleontólogo Edward Forbes, de que muchísimas especies fósiles son conocidas y clasificadas por ejemplares únicos, y a veces rotos, o por un corto número de ejemplares recogidos en un solo sitio. Tan sólo una pequeña parte de la superficie de la tierra ha sido explorada geológicamente, y en ninguna con el cuidado suficiente, como lo prueban los importantes descubrimientos que cada año se hacen en Europa. Ningún organismo blando por completo

puede conservarse. Las conchas y huesos se descomponen y desaparecen cuando quedan en el fondo del mar donde no se estén acumulando sedimentos. Probablemente estamos en una idea completamente errónea cuando admitimos que casi en todo el fondo del mar se están depositando sedimentos con una velocidad suficiente para enterrar y conservar restos fósiles. En toda una parte enormemente grande del océano, el claro color azul del agua demuestra su pureza. Los muchos casos registrados de una formación cubierta concordantemente, después de un inmenso espacio de tiempo, por otra formación posterior, sin que la capa subyacente haya sufrido en el intervalo ningún desgaste ni dislocación, parecen sólo explicables admitiendo que el fondo del mar no es raro que permanezca en estado invariable durante tiempos inmensos. Los restos que son enterrados, si lo son en arena o cascajo, cuando las capas hayan emergido, se disolverán, generalmente, por la infiltración del agua de lluvia, cargada de ácido carbónico. Algunas de las muchas especies de animales que viven en la costa, entre los límites de la marea alta y la marea baja, parece que rara vez son conservados. Por ejemplo, las diferentes especies de ctamalinos -subfamilia de cirrípedos sesiles- cubren en número infinito las rocas en todo el mundo: son todos estrictamente litorales, excepto una sola especie mediterránea que vive en aguas profundas, y ésta se halló fósil en Sicilia, mientras que ninguna otra, hasta hoy, ha sido hallada en ninguna formación terciaria, y, sin embargo, se sabe que el género *Chthamalus* existió durante el período cretácico. Por último, algunos depósitos grandes, que requieren un gran espacio de tiempo para su acumulación, están enteramente desprovistos de restos orgánicos, sin que podamos señalar razón alguna. Uno de los ejemplos más notables es el *Flysch*, que consiste en pizarras y areniscas de un grueso de varios miles de pies -a veces hasta seis mil-, y que se extiende por lo menos en trescientas millas de Viena a Suiza, y, aun cuando esta gran masa ha sido cuidadosamente explorada, no se han encontrado fósiles, excepto algunos restos vegetales.

Por lo que se refiere a las especies terrestres que vivieron durante los períodos secundarios y paleozoicos, es innecesario afirmar que los testimonios que tenemos son en extremo fragmentarios; por ejemplo: hasta hace poco no se conocía ningún molusco terrestre perteneciente a ninguno de estos dos extensos períodos, excepto una especie descu-

bierta por sir C. Lyell y el doctor Dawson en los estratos carboníferos de América del Norte; pero ahora se han encontrado conchas terrestres en el Iás. Por lo que se refiere a los restos de mamíferos, una ojeada a la tabla histórica publicada en el *Manual* de Lyell nos convencerá, mucho mejor que páginas enteras de detalles, de lo accidental y rara que es su conservación. Tampoco es sorprendente esta escasez, si recordamos la gran cantidad de huesos de mamíferos terciarios que han sido descubiertos, ya en las cavernas, ya en los depósitos lacustres, y que no se conoce ni una caverna ni una verdadera capa lacustre que pertenezca a la edad de nuestras formaciones secundarias y paleozoicas.

Pero la imperfección en los registros geológicos resulta, en gran parte, de otra causa más importante que ninguna de las precedentes, o sea de que las diferentes formaciones están separadas unas de otras por grandes intervalos de tiempo. Esta doctrina ha sido categóricamente admitida por muchos geólogos y paleontólogos, que, como E. Forbes, no creen en modo alguno en la transformación de las especies. Cuando vemos las formaciones dispuestas en cuadros en las obras escritas, o cuando las seguimos en la naturaleza, es difícil evitar el creer que son estrictamente consecutivas; pero sabemos, por ejemplo, por la gran obra de sir R. Murchison sobre Rusia, las inmensas lagunas que hay en este país entre formaciones superpuestas; lo mismo ocurre en América del Norte y en otras muchas partes del mundo. El más hábil geólogo, si su atención hubiera estado limitada exclusivamente a estos grandes territorios, nunca hubiese sospechado que durante los períodos que fueron estériles, y como no escritos en su propio país, se habían acumulado en otras partes grandes masas de sedimentos cargados de formas orgánicas nuevas y peculiares. Y si en cada territorio separado apenas puede formarse una idea del tiempo que ha transcurrido entre las formaciones consecutivas, hemos de inferir que éste no se pudo determinar en parte alguna. Los grandes y frecuentes cambios en la composición mineralógica de formaciones consecutivas, como suponen generalmente grandes cambios en la geografía de las tierras que las rodean, de las cuales provenía el sedimento, están de acuerdo con la idea de que han transcurrido inmensos intervalos de tiempo entre cada una de las formaciones.

Podemos, creo yo, comprender por qué las formaciones geológicas de cada región son casi siempre intermitentes -esto es, que no han se-

guido unas a otras-, formando una serie interrumpida. Cuando estaba explorando varios cientos de millas de las costas de América del Sur, que se han levantado varios centenares de pies en el periodo moderno, casi ningún hecho me llamó tanto la atención como la ausencia de depósitos recientes lo bastante extensos para conservarse siquiera durante un corto período geológico. A lo largo de toda la costa occidental, que está poblada por una fauna marina particular, las capas terciarias están tan pobremente desarrolladas, que probablemente no se conservará en una edad lejana testimonio alguno de las varias faunas marinas especiales y sucesivas. Un poco de reflexión nos explicará por qué a lo largo de la naciente costa occidental de América del Sur no pueden encontrarse en parte alguna extensas formaciones con restos modernos o terciarios, aun cuando la cantidad de sedimentos debió haber sido grande en tiempos pasados, a juzgar por la enorme erosión de las rocas de la costa y por las corrientes fangosas que llegan al mar. La explicación es, sin duda, que los depósitos litorales y sublitorales son desgastados continuamente por la acción demoledora de las olas costeras, tan pronto como surgen por el levantamiento lento y gradual de la tierra.

Podemos, a mi parecer, llegar a la conclusión de que el sedimento tiene que acumularse en masas muy gruesas, sólidas o extensas, para que pueda resistir la acción incesante de las olas en su primer levantamiento y durante las sucesivas oscilaciones de nivel, así como de la subsiguiente erosión atmosférica. Estos cúmulos gruesos y extensos de sedimentos pueden formarse de dos modos: o bien en las grandes profundidades del mar, en cuyo caso el fondo no estará habitado por tantas ni tan variadas formas orgánicas como los mares poco profundos, y las masas, cuando se levanten, darán un testimonio imperfecto de los organismos que existieron en la proximidad durante el período de su acumulación; o bien el sedimento puede depositarse, con cualquier grueso y extensión, en un fondo poco profundo, si éste continúa lentamente hundándose. En este último caso, mientras la velocidad del hundimiento y el acarreo de sedimento se equilibren aproximadamente, el mar permanecerá poco profundo y favorable para muchas y variadas formas, y, de este modo, puede constituirse una rica formación fosilífera lo bastante gruesa para resistir, cuando surja, una gran denudación.

Estoy convencido de que casi todas nuestras formaciones antiguas,

ricas en fósiles en la mayor parte de su grueso, han sido formadas de este modo durante un movimiento de depresión. Desde que publiqué mis opiniones sobre este asunto en 1845, he seguido atentamente los progresos de la Geología, y he quedado sorprendido al notar cómo los autores, uno tras otro, al tratar de esta o aquella gran formación, han llegado a la conclusión de que se acumuló durante un movimiento de depresión. Puedo añadir que la única formación terciaria antigua en la costa occidental de América, que ha sido lo bastante grande para resistir la erosión que hasta hoy ha sufrido, pero que difícilmente subsistirá hasta una edad geológica remota, se depositó durante un período de hundimiento, y obtuvo de este modo grueso considerable.

Todos los hechos geológicos nos dicen claramente que cada región ha experimentado numerosas oscilaciones lentas de nivel, y evidentemente estas oscilaciones han comprendido grandes espacios. Por consiguiente, durante períodos de hundimiento se habrán constituido formaciones ricas en fósiles lo suficientemente gruesas y extensas para resistir la erosión subsiguiente, cubriendo grandes espacios, aunque solamente allí donde el acarreo de sedimentos fue suficiente para hacer que el mar se mantuviese poco profundo y para enterrar y conservar los restos orgánicos antes de que tuviesen tiempo de descomponerse. Por el contrario, mientras el fondo del mar permanece estacionario, no pueden haberse acumulado depósitos *de mucho grueso* en las partes poco profundas, que son las más favorables para la vida. Menos todavía puede haber ocurrido esto durante los períodos alternantes de elevación, o, para hablar con más exactitud, las capas que se acumularon entonces habrán sido generalmente destruidas al levantarse y entrar en el dominio de la acción costera.

Estas observaciones se aplican principalmente a los depósitos litorales y sublitorales. En el caso de un mar extenso y poco profundo, tal como el de una gran parte del Archipiélago Malayo, donde la profundidad oscila entre 30 ó 40 y 60 brazas, podría constituirse una formación muy extensa durante un período de elevación y, sin embargo, no sufrir mucho por la denudación durante su lenta emersión; pero el grosor de la formación no podría ser grande, pues, debido al movimiento de elevación, tendría que ser menor que la profundidad en la que se formase; tampoco estaría el depósito muy consolidado ni cubierto por formaciones superpuestas, de modo que corriera mucho peligro de ser

desgastado por la acción de la atmósfera y por la acción del mar en las siguientes oscilaciones de nivel. Sin embargo, míster Hopkins ha indicado que si una parte de la extensión, después de emerger y antes de ser denudada, se hundiese de nuevo, los depósitos formados durante el movimiento de elevación, aunque no serían gruesos, podrían después quedar protegidos por acumulaciones nuevas, y de este modo conservarse durante un largo período.

Míster Hopkins expresa también su creencia de que las capas sedimentarias de extensión horizontal considerable rara vez han sido destruidas por completo. Pero todos los geólogos, excepto los pocos que creen que nuestros esquistos metamórficos y rocas plutónicas formaron el núcleo primordial del globo, admitirán que estas últimas rocas han sido enormemente denudadas, pues es casi imposible que estas rocas se hayan solidificado y cristalizado mientras estuvieron descubiertas, aunque, si la acción metamórfica ocurrió en las grandes profundidades del océano, la primitiva capa protectora puede no haber sido muy gruesa. Admitiendo que el gneis, micasquisto, granito, diorita, etc., estuvieron primero necesariamente cubiertos, ¿cómo podemos explicar las grandes extensiones desnudas de estas rocas en muchas partes del mundo, si no es en la suposición de que han sido posteriormente denudadas de todos los estratos que las cubrían? Que existen estos grandes territorios, es indudable. Humboldt describe la región granítica de Parima como diez y nueve veces, por lo menos, mayor que Suiza. Al sur del Amazonas, Bone pinta un territorio compuesto de rocas de esta naturaleza igual a España, Francia, Italia, parte de Alemania y las Islas Británicas juntas. Esta región no ha sido explorada cuidadosamente; pero, según testimonios concordes de los viajeros, el área granítica es enorme; así, von Eschwege da un corte detallado de estas rocas, que, partiendo de Río de Janeiro, se extiende 260 millas geográficas, tierra adentro, en línea recta, y yo recorrí 150 millas en otra dirección, y no vi nada más que rocas graníticas. Examiné numerosos ejemplares recogidos a lo largo de toda la costa, desde cerca de Río de Janeiro hasta la desembocadura del río de la Plata, o sea una distancia de 1.100 millas geográficas, y todos ellos pertenecían a esta clase de rocas. Tierra adentro, a lo largo de toda la orilla norte del río de la Plata, no vi, aparte de capas modernas terciarias, más que un pequeño manchón de rocas ligeramente metamórficas, que pudieron haber formado parte

de la cubierta primitiva de las series graníticas. Fijándonos. en una región bien conocida, en los Estados Unidos y Canadá, según se ve en el hermoso mapa del profesor H. D. Rogers, he valuado las expansiones, recortándolas y pesando el papel, y he encontrado, que las rocas graníticas y metamórficas -excluyendo las semimetamórficas- exceden, en la relación de 19 a 12,5, al conjunto de las formaciones paleozoicas superiores. En muchas regiones se encontraría que las rocas metamórficas y graníticas están mucho más extendidas de lo que parece, si se quitasen todas las capas sedimentarias que están sobre ellas discordantes, y que no pudieron formar parte del manto primitivo bajo el cual aquéllas cristalizaron. Por consiguiente, es probable que, en algunas partes de la tierra, formaciones enteras hayan sido completamente denudadas sin que haya quedado ni un vestigio.

Hay una observación que merece mencionarse de pasada. Durante los períodos de elevación, aumentará la extensión de la tierra y de las partes adyacentes de mar muy poco profundas, y muchas veces se formarán nuevas estaciones, circunstancias todas ellas favorables, como antes se explicó, para la formación de nuevas especies y variedades; pero durante estos períodos habrá generalmente un blanco en los registros geológicos. Por el contrario, durante los movimientos de hundimiento, la superficie habitada y el número de habitantes disminuirán -excepto en las costas de un continente al romperse, formando un archipiélago- y, por consiguiente, durante el hundimiento, aunque habrá muchas extinciones, se formarán pocas variedades y especies nuevas, y precisamente durante estos mismos períodos de depresión es cuando se han acumulado los depósitos que son más ricos en fósiles.

AUSENCIA DE VARIEDADES INTERMEDIAS NUMEROSAS EN CADA FORMACIÓN SEPARADA

Por estas diferentes consideraciones resulta indudable que los registros geológicos, considerados en conjunto, son sumamente imperfectos; pero, si limitamos nuestra atención a una formación, es mucho más difícil comprender por qué no encontramos en ella series graduales de variedades entre las especies afines que vivieron al principio y al final de la formación. Se han descrito diferentes casos de una misma especie que presenta variedades en las partes superiores e inferiores de

la misma formación; así, Trautschold cita varios ejemplos de *Ammonites*, y también Hilgendorf ha descrito un caso curiosísimo de diez formas graduales de *Planorbis multiformis* en las capas sucesivas de una formación de agua dulce de Suiza. Aun cuando cada formación ha requerido, indiscutiblemente, un número grandísimo de años para su depósito, pueden darse diferentes razones de por qué comúnmente cada formación no ha de comprender una serie gradual de eslabones entre las especies que vivieron al principio y al final, aunque no pueda determinar yo el debido valor relativo de las consideraciones siguientes.

Aun cuando cada formación tiene que exigir un lapso de años grandísimo, probablemente cada formación es corta comparada con el período requerido para que una especie se transforme en otra. Ya sé que dos paleontólogos, cuyas opiniones son dignas del mayor respeto, Bronn y Woodward, han llegado a la conclusión de que el promedio de duración de cada formación es igual a dos o tres veces el promedio de duración de las formas específicas; pero dificultades insuperables, a mi parecer, nos impiden llegar a una conclusión justa sobre este punto. Cuando vemos que una especie aparece por vez primera en medio de una formación cualquiera, sería en extremo temerario deducir que esta especie había no existido anteriormente en parte alguna; y, del mismo modo, cuando vemos que una especie desaparece antes de que se hayan depositado las últimas capas, sería igualmente temerario suponer que la especie se extinguió entonces. Olvidamos lo pequeño de la superficie de Europa, comparada con el resto del mundo, y que los diferentes pisos de una misma formación no han sido tampoco correlativos en toda Europa con completa exactitud.

Podemos seguramente presumir que en los animales marinos de todas clases ha habido mucha emigración, debida a cambios de clima u otros, y cuando vemos una especie que aparece por vez primera en una formación, lo probable es que simplemente emigró entonces por vez primera a aquel territorio. Es bien sabido, por ejemplo, que diferentes especies aparecieron un poco antes en las capas paleozoicas de América del Norte que en las de Europa, evidentemente, por haberse requerido tiempo para su emigración de los mares de América a los de Europa. Examinando los depósitos más recientes en las diferentes regiones del mundo, se ha observado, en todas partes, que un corto número de

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

especies todavía vivientes son comunes en un depósito, pero se han extinguido en el mar contiguo; o, al revés, que algunas abundan ahora en el mar vecino, pero son raras o faltan en aquel depósito determinado. Es una excelente lección reflexionar acerca de la comprobada e importante migración de los habitantes de Europa durante la época glacial, que forma sólo una parte de un período geológico, e igualmente reflexionar acerca de los cambios de nivel, del cambio extremo del clima y del largo tiempo transcurrido, todo ello comprendido dentro del mismo período glacial. Se puede, sin embargo, dudar de que en alguna parte del mundo se han ido acumulando continuamente, dentro de los mismos límites, durante todo este período, depósitos sedimentarios, *que comprendan restos fósiles*. No es probable, por ejemplo, que se depositasen, durante todo el período glacial, sedimentos cerca de la boca del Misisipi, dentro de los límites de profundidad entre los que pueden prosperar más los animales marinos; pues sabemos que, durante este espacio de tiempo, ocurrieron grandes cambios geológicos en otras partes de América. Cuando se hayan levantado capas como las que se depositaron durante una parte del período glacial, en aguas poco profundas cerca de la boca del Misisipi, los restos orgánicos probablemente aparecerán y desaparecerán en diferentes niveles, debido a migraciones de especies y a cambios geográficos; y dentro de muchísimo tiempo, un geólogo, examinando estas capas, estaría tentado de sacar en conclusión que el promedio de la duración de la vida de las especies fósiles enterradas ha sido menor que la duración del período glacial, mientras que en realidad ha sido mucho mayor, pues se ha extendido desde antes de la época glacial hasta el día de hoy.

Para que se logre una gradación perfecta entre dos formas, una de la parte superior y otra de la inferior de la misma formación, el depósito tiene que haberse ido acumulando continuamente durante un largo período, suficiente para el lento proceso de modificación; por consiguiente; el depósito tiene que ser muy grueso y la especie que experimenta el cambio tiene que haber vivido durante todo el tiempo en la misma región. Pero hemos visto que una formación potente, fosífera en todo su grosor, puede sólo acumularse durante un período de hundimiento y, para que se conserve aproximadamente igual la profundidad necesaria para que una misma especie marina pueda vivir en el mismo lugar, la cantidad de sedimento acarreado tiene necesariamente

que compensar la intensidad del hundimiento. Pero este mismo movimiento de depresión tenderá a sumergir el territorio de que proviene el sedimento y, de este modo, a disminuir la cantidad de sedimento, mientras continúe el movimiento de descenso. De hecho, este equilibrio casi perfecto entre la cantidad de sedimento acarreado y la intensidad del hundimiento es probablemente una eventualidad rara, pues ha sido observado por más de un paleontólogo que los depósitos muy gruesos son comúnmente muy pobres en fósiles, excepto cerca de su límite superior o inferior.

Se diría que cada formación separada, lo mismo que la serie entera de formaciones de un país, ha sido, por lo general, intermitente en su acumulación. Cuando vemos, como ocurre muchas veces, una formación constituida por capas de composición química muy diferente, podemos razonablemente sospechar que el proceso de depósito ha estado más o menos interrumpido. La inspección más minuciosa de una formación tampoco nos da idea del tiempo que puede haber invertido su sedimentación. Podrían citarse muchos casos de capas, de sólo unos pocos pies de grueso, que representan formaciones que en cualquier otra parte tienen miles de pies de grosor, y que tienen que haber exigido un período enorme para su acumulación; y, sin embargo, nadie que ignorase este hecho habría ni siquiera sospechado el larguísimo espacio de tiempo representado por aquella formación tan delgada. Muchos casos podrían citarse en que las capas superiores de una formación se han levantado, han sido denudadas, se han sumergido y luego han sido cubiertas por las capas superiores de la misma formación, hechos que muestran qué espacios de tiempo tan grandes -y sin embargo fáciles de pasar inadvertidos- han transcurrido en su acumulación. En los grandes árboles fosilizados que se conservan todavía en pie, como cuando vivían, tenemos en otros casos la prueba más evidente de muchos larguísimos intervalos de tiempo y de cambios de nivel durante el proceso de sedimentación, que no se hubieran sospechado si no se hubiesen conservado los árboles: así, sir C. Lyell y el doctor Dawson encontraron en Nueva Escocia capas carboníferas de 1.400 pies de grueso, con estratos antiguos que contenían raíces, unas encima de otras, en sesenta y ocho niveles distintos por lo menos. Por consiguiente, cuando una misma especie se presenta en la base, en el medio y en lo alto de una formación, es probable que no haya vivi-

do en el mismo sitio durante todo el período de sedimentación, sino que haya desaparecido y reaparecido quizá muchas veces en el mismo período geológico. Por tanto, si la especie hubo de experimentar modificaciones considerables durante la sedimentación de una formación geológica, un corte no tendría que comprender todas las delicadas gradaciones intermedias que, según nuestra teoría, tuvieron que haber existido, sino cambios de forma bruscos, aunque quizá ligeros.

Es importantísimo recordar que los naturalistas no tienen una *regla de oro* para distinguir las especies de las variedades; conceden cierta pequeña variabilidad a todas las especies; pero, cuando se encuentran con una diferencia algo mayor entre dos formas cualesquiera, las consideran ambas como especies, a menos que sean capaces de enlazarlas mediante gradaciones intermedias muy próximas, y esto, por las razones que se acaban de señalar, pocas veces podemos esperar efectuarlo en un corte geológico. Suponiendo que B y C sean dos especies y A una tercera que se encuentre en una capa subyacente, aun cuando fuese exactamente intermedia entre B y C, sería considerada simplemente como una tercera especie distinta, a menos que al mismo tiempo estuviese estrechamente enlazada por variedades intermedias, ya con una, ya con varias formas. Tampoco hay que olvidar, como antes se explicó, que A pudo ser el verdadero progenitor de B y C, y, sin embargo, no habría de ser por necesidad rigurosamente intermedio entre ellas por todos conceptos. De modo que podríamos encontrar la especie madre y sus varios descendientes modificados en las capas superiores e inferiores de la misma formación, y, a menos de encontrar numerosas gradaciones de transición, no reconoceríamos su parentesco de consanguinidad, y las consideraríamos, por consiguiente, como especies distintas.

Es notorio lo extraordinariamente pequeñas que son las diferencias sobre las que muchos paleontólogos han fundado sus especies, y hacen esto tanto más fácilmente si los ejemplares provienen de diferentes subpisos de la misma formación. Algunos conchiliólogos experimentados están ahora rebajando a la categoría de variedades muchas de las hermosísimas especies de D'Orbigny y otros autores, y en este criterio encontramos la prueba de las transformaciones que, según la teoría, teníamos que encontrar. Consideremos, además, los depósitos terciarios más recientes, que encierran muchos moluscos considerados por la

mayor parte de los naturalistas como idénticos de las especies vivientes; pero, algunos excelentes naturalistas, como Agassiz y Pictet, sostienen que todas estas especies terciarias son específicamente distintas, aun cuando admiten que la diferencia es muy pequeña; de modo que en este caso tenemos la prueba de la frecuente existencia de ligeras modificaciones de la naturaleza requerida, a menos que creamos que estos eminentes naturalistas han sido extraviados por su imaginación, y que estas especies del terciario superior no presentan realmente diferencia alguna de sus especies representativas vivientes, o a menos que admitamos, en contra de la opinión de la mayor parte de los naturalistas, que estas especies terciarias son todas realmente distintas de las modernas. Si consideramos espacios de tiempo algo mayores, como los pisos distintos, pero consecutivos, de una misma formación grande, encontramos que los fósiles en ellos enterrados, aunque clasificados universalmente como especies diferentes, son, sin embargo, mucho más afines entre sí que las especies que se encuentran en formaciones mucho más separadas; de modo que aquí tenemos también pruebas indudables de cambios en el sentido exigido por mi teoría; pero sobre este último punto he de insistir en el capítulo siguiente.

En animales y plantas que se propagan rápidamente y que no cambian mucho de lugar, hay razones para sospechar, como antes hemos visto, que sus variedades generalmente son primero locales, y que estas variedades no se difunden mucho ni suplantán a sus formas madres hasta que se han modificado y perfeccionado mucho. Según esta opinión, son pocas las probabilidades de descubrir en una formación de un país cualquiera todos los estados primeros de transición entre dos formas; pues se supone que los cambios sucesivos han sido locales o confinados a un lugar determinado. La mayor parte de los animales marinos tienen un área de dispersión grande, y hemos visto que, en las plantas, las que tienen mayor área de dispersión son las que con más frecuencia presentan variedades; de modo que en los moluscos y otros animales marinos es probable que los que tuvieron el área de dispersión mayor, excediendo en mucho de los límites de las formaciones geológicas conocidas en Europa, sean los que con más frecuencia hayan dado origen, primero, a variedades locales y, finalmente, a nuevas especies, y esto también disminuiría mucho las probabilidades

de que podamos ir siguiendo las fases de transición en una formación geológica.

El doctor Falconer ha insistido recientemente en una consideración más importante, que lleva al mismo resultado, y es que el período durante el cual una especie experimentó modificaciones, aunque largo, si se mide por años, fue probablemente corto en comparación con el período durante el cual permaneció sin experimentar cambio alguno.

No debiera olvidarse que actualmente, con ejemplares perfectos para estudio, rara vez pueden dos formas ser enlazadas por variedades intermedias y probarse de este modo que son la misma especie hasta que se recogen muchos ejemplares procedentes de muchas localidades, y en las especies fósiles esto raras veces puede hacerse. Quizá nos daremos mejor cuenta de que no podemos enlazar las especies por formas intermedias fósiles, numerosas y delicadamente graduales, preguntándonos, por ejemplo, si los geólogos de un período futuro serán capaces de probar que nuestras diferentes razas de ganado vacuno, ovejas, caballos y perros, han descendido de un solo tronco o de diferentes troncos primitivos; y también si ciertos moluscos marinos que viven en las costas de América del Norte, y que unos conchiliólogos consideran como especies distintas de sus representantes europeos y otros sólo como variedades, son realmente variedades o son lo que se dice específicamente distintos. Esto, los geólogos venideros sólo podrían hacerlo descubriendo en estado fósil numerosas gradaciones intermedias, y el lograrlo es sumamente improbable.

Se ha afirmado también hasta la saciedad, por autores que creen en la inmutabilidad de las especies, que la Geología no da ninguna forma de transición. Esta afirmación, según veremos en el capítulo próximo, es ciertamente errónea. Como sir J. Lubbock ha hecho observar, «cada especie es un eslabón entre otras especies afines». Si tomamos un género que tenga una veintena de especies vivientes y extinguidas, y destruimos cuatro quintas partes de ellas, nadie dudará que las restantes quedarán mucho más distintas entre sí. Si ocurre que las formas extremas del género han sido destruidas de este modo, el género se quedará más separado de los otros géneros afines. Lo que las investigaciones geológicas no han revelado es la existencia anterior de gradaciones infinitamente numerosas, tan delicadas como las variedades actuales, que enlacen casi todas las especies vivientes y extinguidas. Pero esto

no debía esperarse, y, sin embargo, ha sido propuesto reiteradamente, como una objeción gravísima contra mis opiniones.

Valdrá la pena de resumir en un ejemplo imaginario las observaciones precedentes acerca de las causas de imperfección de los registros geológicos. El Archipiélago Malayo tiene aproximadamente el tamaño de Europa, desde el cabo Norte al Mediterráneo y desde Inglaterra a Rusia, y, por consiguiente, equivale a todas las formaciones geológicas que han sido examinadas con algún cuidado, excepto las de los Estados Unidos. Estoy conforme por completo con mister Godwin-Austen en que la disposición actual del Archipiélago Malayo, con sus numerosas islas grandes, separadas por mares anchos y poco profundos, representa probablemente el estado antiguo de Europa, cuando se acumularon la mayor parte de nuestras formaciones. El Archipiélago Malayo es una de las regiones más ricas en seres orgánicos, y, sin embargo, aunque se recolectasen todas las especies que han vivido allí en todo tiempo, ¿qué imperfectamente representarían la Historia Natural del mundo!

Pero tenemos toda clase de razones para creer que las producciones terrestres de aquel archipiélago tienen que conservarse de un modo muy imperfecto en las formaciones que suponemos que se están acumulando allí. Tampoco han de quedar enterrados en las formaciones muchos de los animales litorales o de los que vivieron en rocas submarinas desnudas, y los enterrados entre cascajo o arena no han de resistir hasta una época remota. Dondequiera que los sedimentos no se acumularon en el fondo del mar o no lo hicieron con la rapidez suficiente para proteger los cuerpos orgánicos de la destrucción, no pudieron conservarse restos.

Formaciones ricas en fósiles de muchas clases, de grosor suficiente para persistir hasta una edad tan distante en lo futuro como lo son las formaciones secundarias en el pasado, generalmente sólo tienen que formarse en el Archipiélago durante períodos de hundimiento del suelo. Estos períodos de hundimiento han de estar separados entre sí por espacios inmensos de tiempo, durante los cuales el territorio estaría fijo o se levantaría; y mientras se levantase las formaciones fosilíferas tendrían que ser destruídas en las costas más escarpadas casi tan pronto como se acumulasen, por la incesante acción costera, como lo vemos ahora en las costas de América del Sur. Incluso en los mares ex-

tenso y de poco fondo del Archipiélago Malayo, durante los períodos de elevación, las capas sedimentarias difícilmente podrían acumularse en gran grosor, ni ser cubiertas ni protegidas por depósitos subsiguientes, de modo que tuviesen probabilidades de resistir hasta un tiempo futuro muy lejano. En los períodos de hundimiento del suelo, probablemente se extinguirían muchas formas vivientes; durante los períodos de elevación tendría que haber mucha variación; pero los registros geológicos serían entonces menos perfectos.

Puede dudarse de si la duración de cualquiera de los grandes períodos de hundimiento de todo o de parte del Archipiélago, acompañado de una acumulación simultánea de sedimento, ha de *exceder* del promedio de duración de las mismas formas específicas, y estas circunstancias son indispensables para la conservación de todas las formas graduales de transición entre dos o más especies. Si estas gradaciones no se conservaron todas por completo, las variedades de transición aparecerían tan sólo como otras tantas especies nuevas, aunque muy próximas. Es también probable que cada período grande de hundimiento estuviese interrumpido por oscilaciones de nivel y que ocurriesen pequeños cambios de clima durante estos largos períodos, y, en estos casos, los habitantes del Archipiélago Malayo emigrarían, y no se podría conservar en ninguna formación un registro seguido de sus modificaciones.

Muchísimos de los seres marinos que viven en el Archipiélago Malayo se extienden actualmente a miles de millas más allá de sus límites, y la analogía conduce claramente a la creencia de que estas especies de gran distribución geográfica -aunque sólo algunas de ellas- tendrían que ser principalmente las que con más frecuencia produjesen variedades nuevas; y estas variedades al principio serían locales, o limitadas a un lugar; pero si poseían alguna ventaja decisiva o si se modificaban o perfeccionaban más, se difundirían lentamente y suplantarían a sus formas madres. Cuando estas variedades volviesen a sus localidades antiguas, como diferirían de su estado anterior en grado casi igual, aunque quizá pequeñísimo, y como se las encontraría enterradas en subpisos poco diferentes de la misma formación, serían consideradas, según los principios seguidos por muchos paleontólogos, como especies nuevas y distintas.

Por consiguiente, si hay algo de verdad en estas observaciones, no

tenemos derecho a esperar encontrar en nuestras formaciones geológicas un número infinito de aquellas delicadas formas de transición que, según nuestra teoría, han reunido todas las especies pasadas y presentes del grupo de una larga y ramificada cadena de vida. Debemos buscar tan sólo algunos eslabones, y ciertamente los encontramos, unos más distantes, otros más próximos, y estos eslabones, por muy próximos que sean, si se encuentran en pisos diferentes de la misma formación, serán considerados por muchos paleontólogos como especies distintas. No pretendo, sin embargo, que hubiese yo sospechado nunca lo pobres que eran los registros geológicos en las formaciones mejor conservadas, si la ausencia de innumerables formas de transición entre las especies que vivieron al principio de cada formación y las que vivieron al final no hubiese sido tan contraria a mi teoría.

Aparición súbita de grupos enteros de especies afines.

La manera brusca como grupos enteros de especies aparecen súbitamente en ciertas formaciones, ha sido presentada por varios paleontólogos -por ejemplo, por Agassiz, Pictet y Sedgwick- como una objeción fatal para mi teoría de la transformación de las especies. Si realmente numerosas especies pertenecientes a los mismos géneros y familias han entrado en la vida simultáneamente, el hecho tiene que ser fatal para la teoría de la evolución mediante selección natural, pues el desarrollo por este medio de un grupo de especies, descendientes todas de una especie progenitora, tuvo que haber sido un proceso lento, y los progenitores tuvieron que haber vivido mucho antes que sus descendientes modificados. Pero de continuo exageramos la perfección de los registros geológicos, y deducimos erróneamente que, porque ciertos géneros o familias no han sido encontrados por debajo de un piso dado, estos géneros o familias no existieron antes de este piso. Siempre se puede dar crédito a las pruebas paleontológicas positivas; las pruebas negativas no tienen valor alguno, como tantas veces ha demostrado la experiencia. De continuo olvidamos lo grande que es el mundo comparado con la extensión en que han sido cuidadosamente examinadas las formaciones geológicas; olvidamos que pueden haber existido durante mucho tiempo, en un sitio, grupos de especies, y haberse multiplicado lentamente antes de invadir los antiguos archipiélagos de Europa y de los Estados Unidos. No nos hacemos el cargo debido del tiempo que ha transcurrido entre nuestras formaciones sucesivas, más

largo quizá, en muchos casos, que el requerido para la acumulación de cada formación. Estos intervalos habrán dado tiempo para la multiplicación de especies procedentes de alguna o algunas formas madres, y, en la formación siguiente, estos grupos o especies aparecerán como creados súbitamente.

He de recordar aquí una observación hecha anteriormente, o sea que debió ser preciso un tiempo enorme para adaptar un organismo a algún modo nuevo y peculiar de vida -por ejemplo, a volar por el aire- y, por consiguiente, que las formas de transición con frecuencia quedarían durante mucho tiempo limitadas a una región; pero que, una vez que esta adaptación se efectuó y algunas especies hubieron adquirido así una gran ventaja sobre otros organismos, sería necesario un espacio de tiempo relativamente corto para producir muchas formas divergentes, que se dispersarían rápidamente por todo el mundo. El profesor Pictet, en su excelente crítica de esta obra, al tratar de las primeras formas de transición, y tomando como ejemplo las aves, no puede comprender cómo pudieron ser de alguna ventaja las modificaciones sucesivas de las miembros anteriores de un prototipo imaginario. Pero consideremos los pájaros bobos del Océano Antártico. ¿No tienen estas aves sus miembros anteriores precisamente en el estado intermedio, en que no son «ni verdaderos brazos y ni verdaderas alas»? Y, sin embargo, estas aves conservan victoriosamente su lugar en la batalla por la vida, pues existen en infinito número y de varias clases. No supongo que, en este caso, tengamos a la vista los grados de transición reales por los que han pasado las alas de las aves; pero ¿qué dificultad especial existe en creer que podría aprovechar a los descendientes modificados del pájaro bobo el volverse, primero, capaz de moverse por la superficie del mar, batiéndola con las alas, como el *Micropterus* de Eyton, y levantarse, por fin, de la superficie y deslizarse por el aire?

Citaré ahora algunos ejemplos para aclarar las observaciones precedentes y para demostrar lo expuestos que estamos a error al suponer que grupos enteros de especies se hayan producido súbitamente. Aun en un intervalo tan corto como el que media entre la primera edición y la segunda de la gran obra de Paleontología de Pictet, publicadas en 1844-46 y en 1853-57, se han modificado mucho las conclusiones sobre la primera aparición y la desaparición de diferentes grupos de animales, y una tercera edición exigiría todavía nuevas modificacio-

nes. Debo recordar el hecho, bien conocido, de que en los tratados de Geología publicados no hace muchos años se hablaba siempre de los mamíferos como habiéndose presentado bruscamente al comienzo de la serie terciaria, y ahora uno de los más ricos yacimientos conocidos de mamíferos fósiles pertenece a la mitad de la serie secundaria, y se han descubierto verdaderos mamíferos en la arenisca roja moderna casi al principio de esta gran serie. Cuvier acostumbraba a hacer la objeción de que en ningún estrato terciario se presentaba ningún mono; pero actualmente se han descubierto especies extinguidas en la India, América del Sur y en Europa, retrocediendo hasta el mioceno. Si no hubiese sido por la rara casualidad de conservarse las pisadas en la arenisca roja moderna de los Estados Unidos, ¿quién se hubiera aventurado a suponer que existieran durante aquel período hasta treinta especies, por lo menos, de animales parecidos a las aves, algunos de tamaño gigantesco? ¡Ni un fragmento de hueso se ha descubierto en estas capas! No hace mucho tiempo, los paleontólogos suponían que la clase entera de las aves había empezado a existir súbitamente durante el período mioceno; pero hoy sabemos, según la autoridad del profesor Owen, que es seguro que durante la sedimentación de la arenisca verde superior vivió un ave, y, todavía más recientemente, ha sido descubierta en las pizarras oolíticas de Solenhofen la extraña ave *Archeopteryx*, con una larga cola como de saurio, la cual lleva un par de plumas en cada articulación, y con las alas provistas de dos uñas libres. Difícilmente ningún descubrimiento reciente demostrará con más fuerza que éste lo poco que sabemos hasta ahora de los habitantes anteriores del mundo.

Puedo citar otro ejemplo, que me ha impresionado mucho, por haber ocurrido ante mis propios ojos. En una memoria sobre los cirripedos sesiles fósiles afirmé que, por el gran número de especies vivientes y fósiles terciarias; por la extraordinaria abundancia de individuos de muchas especies en todo el mundo, desde las regiones árticas hasta el Ecuador, que viven en diferentes zonas de profundidad, desde los límites superiores de las mareas hasta 50 brazas; por el modo perfecto como los ejemplares se conservan en las capas terciarias más antiguas; por la facilidad con que puede ser reconocido hasta un pedazo de una valva; por todas estas circunstancias juntas, sacaba yo la conclusión de que, si los cirripedos sesiles hubieran existido durante los períodos

secundarios, seguramente se hubiesen conservado y hubiesen sido descubiertos; y como no se había encontrado entonces ni una sola especie en capas de esta edad, llegaba a la conclusión de que este gran grupo se había desarrollado súbitamente en el comienzo de la serie terciaria. Esto era para mí una penosa contrariedad, pues constituía un ejemplo más de aparición brusca de un grupo grande de especies. Pero, apenas publicada mi obra, un hábil paleontólogo, míster Bosquet, me envió un dibujo de un ejemplar perfecto de un cirrípodo sesil inconfundible, que él mismo había sacado del cretácico de Bélgica; y, como para que el caso resultase lo más llamativo posible, este cirrípodo, era un *Chthamalus*, género muy común, grande y extendido por todas partes, del que ni una sola especie se ha encontrado hasta ahora, ni siquiera en los estratos terciarios. Todavía más recientemente, un *Pyrgoma*, que pertenece a una subfamilia diferente de cirrípedos sesiles, ha sido descubierto por míster Woodward en el cretácico superior; de modo que actualmente tenemos pruebas abundantes de la existencia de este grupo de animales durante el período secundario.

El caso de aparición aparentemente brusca de un grupo entero de especies, sobre el que con más frecuencia insisten los paleontólogos, es el de los peces teleósteos en la base, según Agassiz, del período cretácico. Este grupo comprende la gran mayoría de las especies actuales; pero ahora se admite generalmente que ciertas formas jurásicas y triásicas son teleósteos, y hasta algunas formas paleozoicas han sido clasificadas como tales por una gran autoridad. Si los teleósteos hubieran aparecido realmente de pronto en el hemisferio norte, en el comienzo de la formación cretácica, el hecho hubiese sido notabilísimo, pero no hubiera constituido una dificultad insuperable, a menos que se pudiese demostrar también que, en el mismo período, las especies se desarrollaron súbita y simultáneamente en otras partes del mundo. Es casi superfluo hacer observar que apenas se conoce ningún pez fósil de países situados al sur del ecuador, y, recorriendo la *Paleontología* de Pictet, se verá que de varias formaciones de Europa se conocen poquísimas especies. Algunas familias de peces tienen actualmente una distribución geográfica limitada; los peces teleósteos pudieron haber tenido antiguamente una distribución igualmente limitada y haberse extendido ampliamente después de haberse desarrollado mucho en algún mar. Tampoco tenemos derecho alguno a suponer que los mares del

mundo hayan estado siempre tan abiertos desde el Norte hasta el Sur como lo están ahora. Aun actualmente, si el Archipiélago Malayo se convirtiese en tierra firme, las partes tropicales del Océano Índico formarían un mar perfectamente cerrado, en el cual podría multiplicarse cualquier grupo importante de animales marinos, y permaneciendo allí confinados hasta que algunas de las especies llegasen a adaptarse a clima más frío y pudiesen doblar los cabos del sur de África y de Australia, y de este modo llegar a otros mares distantes.

Por estas consideraciones, por nuestra ignorancia de la Geología de otros países más allá de los confines de Europa y de los Estados Unidos, y por la revolución que han efectuado en nuestros conocimientos paleontológicos los descubrimientos de los doce años últimos, me parece que casi es tan temerario dogmatizar sobre la sucesión de las formas orgánicas en el mundo como lo sería para un naturalista discutir sobre el número y distribución geográfica de las producciones de Australia cinco minutos después de haber desembarcado en un punto estéril de este país.

SOBRE LA APARICIÓN SÚBITA DE GRUPOS DE ESPECIES AFINES EN LOS ESTRATOS FOSILÍFEROS INFERIORES QUE SE CONOCEN

Se presenta aquí otra dificultad análoga mucho más grave. Me refiero a la manera como las especies pertenecientes a varios de los principales grupos del reino animal aparecen súbitamente en las rocas fosilíferas inferiores que se conocen. La mayor parte de las razones que me han convencido de que todas las especies vivientes del mismo grupo descienden de un solo progenitor se aplican con igual fuerza a las especies más antiguas conocidas. Por ejemplo: es indudable que todos los trilobites cámbricos y silúricos descienden de algún crustáceo, que tuvo que haber vivido mucho antes de la edad cámbrica, y que probablemente defirió mucho de todos los animales conocidos. Algunos de los animales más antiguos, como los *Nautilus*, *Lingula*, etc., no difieren mucho de especies vivientes, y, según nuestra teoría, no puede suponerse que estas especies antiguas sean las progenitoras de todas las especies pertenecientes a los mismos grupos, que han ido apareciendo luego, pues no tienen caracteres en ningún grado intermedios.

Por consiguiente, si la teoría es verdadera, es indiscutible que, antes

de que se depositase el estrato; cámbrico inferior, transcurrieron largos períodos, tan largos, o probablemente mayores, que el espacio de tiempo que ha separado la edad cámbrica del día de hoy, y, durante estos vastos períodos, los seres vivientes hormigueaban en el mundo. Nos encontramos aquí con una objeción formidable, pues parece dudoso que la tierra, en estado adecuado para habitarla seres vivientes, haya tenido la duración suficiente. Sir W. Thompson llega a la conclusión de que la consolidación de la corteza difícilmente pudo haber ocurrido hace menos de veinte millones de años ni más de cuatrocientos, y que probablemente ocurrió no hace menos de noventa y ocho ni más de doscientos. Estos límites amplísimos demuestran lo dudosos que son los datos, y, en lo futuro, otros elementos pueden tener que ser introducidos en el problema. Míster Croll calcula que desde el período cámbrico han transcurrido aproximadamente sesenta millones de años; pero esto -juzgado por el pequeño cambio de los seres orgánicos desde el comienzo de la época glacial- parece un tiempo cortísimo para los muchos y grandes cambios orgánicos que han ocurrido ciertamente desde la formación cámbrica, y los ciento cuarenta millones de años anteriores apenas pueden considerarse como suficientes para el desarrollo de las variadas formas orgánicas que existían ya durante el período cámbrico. Es, sin embargo, probable, como afirma sir William Thompson, que el mundo, en un período muy remoto, estuvo sometido a cambios más rápidos y violentos en sus condiciones físicas que los que actualmente ocurren, y estos cambios habrían tendido a producir modificaciones proporcionadas en los organismos que entonces existiesen.

A la pregunta de por qué no encontramos ricos depósitos fosilíferos correspondientes a estos supuestos períodos antiquísimos anteriores al sistema cámbrico, no pudo dar respuesta alguna satisfactoria. Varios geólogos eminentes, con sir R. Murchison a la cabeza, estaban convencidos, hasta hace poco, de que en los restos orgánicos del estrato silúrico inferior contemplábamos la primera aurora de la vida. Otras autoridades competentísimas, como Lyell y E. Forbes, han impugnado esta conclusión. No hemos de olvidar que sólo una pequeña parte de la tierra está conocida con exactitud. No hace mucho tiempo que *monsieur* Barrande añadió, debajo del sistema silúrico entonces conocido, otro piso inferior abundante en especies nuevas y peculiares; y

ahora, todavía más abajo, en la formación cámbrica inferior, mister Hicks ha encontrado en el sur de Gales capas que son ricas en trilobites y que contienen diferentes moluscos y anélidos. La presencia de nódulos fosfáticos y de materias bituminosas, incluso en algunas de las rocas azoicas inferiores, son probablemente indicios de vida en estos períodos, y se admite generalmente la existencia del *Eozoon* en la formación laurentina del Canadá. Existen en el Canadá tres grandes series de estratos por debajo del sistema silúrico, y en la inferior de ellas se encuentra el *Eozoon*. Sir W. Logan afirma que «su grueso, reunidos, puede quizá exceder mucho del de todas las rocas siguientes, desde la base de la serie paleozoica hasta la actualidad. De este modo nos vemos transportados a un período tan remoto, que la aparición de la llamada fauna primordial (de Barrande) puede ser considerada por algunos como un acontecimiento relativamente moderno». De todas las clases de animales, el *Eozoon* pertenece a la organización inferior; pero, dentro de su clase, es de organización elevada, existe en cantidad innumerable, y, como ha hecho obsevar el doctor Dawson, seguramente se alimentaba de otros pequeños seres orgánicos, que tuvieron que haber vivido en gran número. Así, las palabras que escribí en 1859, acerca de la existencia de seres orgánicos mucho antes del período cámbrico, y que son casi las mismas que empleó después sir W. Logan, han resultado ciertas. Sin embargo, es grandísima la dificultad para señalar alguna razón buena para explicar la ausencia de grandes cúmulos de estratos, ricos en fósiles, por debajo del sistema cámbrico. No parece probable que las capas más antiguas hayan sido desgastadas por completo por denudación, ni que sus fósiles hayan quedado totalmente borrados por la acción metamórfica, pues si así hubiese ocurrido, habríamos encontrado sólo pequeños residuos de las formaciones siguientes en edad, y éstas se habrían presentado siempre en un estado de metamorfosis parcial. Pero las descripciones que poseemos de los depósitos silúricos, que ocupan inmensos territorios en Rusia y América del Norte, no apoyan la opinión de que invariablemente, cuanto más vieja es una formación, tanto más haya sufrido extrema denudación y metamorfosis.

El caso tiene que quedar por ahora sin explicación, y puede presentarse realmente como un argumento válido contra las opiniones que aquí me sostienen. A fin de mostrar que más adelante puede recibir

alguna explicación, citaré las siguientes hipótesis. Por la naturaleza de los restos orgánicos, que no parecen haber vivido a grandes profundidades en las diferentes formaciones de Europa y los Estados Unidos, y por la cantidad de sedimentos -millas de grueso- de que las formaciones están compuestas, podemos deducir que, desde el principio hasta el fin, hubo, en la proximidad de los continentes de Europa y América del Norte hoy existentes, grandes islas o extensiones de tierra. Esta misma opinión ha sido antes sostenida por Agassiz y otros autores; pero no sabemos cuál fue el estado de cosas en los intervalos entre las diferentes formaciones sucesivas, ni si Europa y los Estados Unidos existieron durante estos intervalos, como tierras emergidas, o como extensiones submarinas próximas a la tierra, sobre las cuales no se depositaron sedimentos, o como fondo de un mar abierto e insondable.

Considerando los océanos existentes, que son tres veces mayores que la tierra, los vemos salpicados de muchas islas; pero apenas se sabe, hasta ahora, de ninguna isla verdaderamente oceánica -excepto Nueva Zelandia, si es que ésta puede llamarse verdaderamente así- que aporte ni siquiera un resto de alguna formación paleozoica o secundaria. Por consiguiente, quizá podamos deducir que, durante los períodos paleozoico y secundario, no existieron continentes ni islas continentales donde ahora se extienden los océanos, pues, si hubieran existido, se hubiesen acumulado, según toda probabilidad, formaciones paleozoicas y secundarias formadas de sedimentos derivados de su desgaste y destrucción, y éstos, por lo menos en parte, se hubiesen levantado en las oscilaciones de nivel que tienen que haber ocurrido durante estos períodos enormemente largos. Si podemos, pues, deducir algo de estos hechos, tenemos que deducir que, donde ahora se extienden los océanos ha habido océanos desde el período más remoto de que tenemos alguna noticia, y, por el contrario, donde ahora existen continentes han existido grandes extensiones de tierra desde el período cámbrico, sometidas indudablemente a grandes oscilaciones de nivel. El mapa en colores unido a mi libro sobre los *Arrecifes de Corales* me llevó a la conclusión de que, en general, los grandes océanos son todavía áreas de hundimiento, y los grandes archipiélagos, áreas de oscilación de nivel, y los continentes, áreas de elevación; pero no tenemos razón alguna para suponer que las cosas hayan sido así desde el principio del mundo. Nuestros continentes parecen haberse formado por la pre-

ponderancia de una fuerza de elevación, durante muchas oscilaciones de nivel; pero, ¿no pueden, en el transcurso de edades, haber cambiado las áreas de mayor movimiento? En un período muy anterior a la época cámbrica pueden haber existido continentes donde ahora se extienden los océanos, y claros océanos sin límites donde ahora están nuestros continentes. Tampoco estaría justificado el admitir que si, por ejemplo, el lecho del Océano Pacífico se convirtiese ahora en un continente, tendríamos que encontrar allí formaciones sedimentarias, en estado reconocible, más antiguas que los estratos cámbricos, suponiendo que tales formaciones se hubiesen depositado allí en otro tiempo; pues pudiera ocurrir muy bien que estratos que hubiesen quedado algunas millas más cerca del centro de la tierra, y que hubiesen sufrido la presión del enorme peso del agua que los cubre, pudiesen haber sufrido una acción metamórfica mayor que los estratos que han permanecido siempre más cerca de la superficie. Siempre me ha parecido que exigían una explicación especial los inmensos territorios de rocas metamórficas desnudas existentes en algunas partes del mundo, por ejemplo, en América del Sur, que tienen que haber estado calentadas a gran presión, y quizá podamos pensar que en estos grandes territorios contemplamos las numerosas formaciones muy anteriores a la época cámbrica, en estado de completa denudación y metamorfosis.

Las varias dificultades que aquí se discuten (a saber: que aun cuando encontramos en las formaciones geológicas muchas formas de unión entre las especies que ahora existen y las que existieron anteriormente, no encontramos un número infinito de delicadas formas de transición que unan estrechamente a todas ellas; la manera súbita como aparecen por vez primera en las formaciones europeas varios grupos de especies; la ausencia casi completa -en lo que hasta ahora se conoce- de formaciones ricas en fósiles por debajo de los estratos cámbricos) son todas indudablemente dificultades de carácter gravísimo. Vemos esto en el hecho de que los más eminentes paleontólogos, como Cuvier, Agassiz, Barrande, Pictet, Falconer, E. Forbes, etc., y todos nuestros mayores geólogos, como Lyell, Murchison, Sedgwick, etc., unánimemente -y muchas veces vehementemente- han sostenido la inmutabilidad de las especies. Pero sir Charles Lyell ahora presta el apoyo de su alta autoridad al lado opuesto, y la mayor parte de los geólogos y paleontólogos vacilan en sus convicciones anteriores. Los que crean que los registros

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

geológicos son en algún modo perfectos rechazarán desde luego indudablemente mi teoría. Por mi parte, siguiendo la metáfora de Lyell, considero los registros geológicos como una historia del mundo imperfectamente conservada y escrita en un dialecto que cambia, y de esta historia poseemos sólo el último volumen, referente nada más que a dos o tres siglos. De este volumen sólo se ha conservado aquí y allá un breve capítulo, y de cada página, sólo unas pocas líneas saltadas. Cada palabra de este lenguaje, que lentamente varía, es más o menos diferente en los capítulos sucesivos y puede representar las formas orgánicas que están sepultadas en las formaciones consecutivas y que erróneamente parece que han sido introducidas de repente. Según esta opinión, las dificultades antes discutidas disminuyen notablemente y hasta desaparecen.

CAPÍTULO XI
DE LA SUCESIÓN GEOLÓGICA DE LOS SERES
ORGÁNICOS

De la aparición lenta y sucesiva de nuevas especies. -De su diferente velocidad de transformación. -Las especies, una vez perdidas, no reaparecen. -Los grupos de especies siguen, en su aparición y desaparición, las mismas reglas que las especies aisladas. - De la extinción. - De los cambios simultáneos en las formas orgánicas del mundo entero. -De las afinidades de las especies extinguidas entre sí y con las especies vivientes. -Del estado de desarrollo de las formas antiguas. -De la sucesión de los mismos tipos dentro de las mismas regiones. -Resumen del presente capítulo y del anterior.

Veamos ahora si los diferentes hechos y leyes relativos a la sucesión geológica de los seres orgánicos se armonizan mejor con la opinión común de la inmutabilidad de las especies o con la de su modificación lenta y gradual por variación y selección natural.

Las especies nuevas han aparecido lentísimamente una tras otra, tanto en la tierra como en las aguas. Lyell ha demostrado que, sobre este punto, apenas es posible resistirse a la evidencia en el caso de los diferentes pisos terciarios, y cada año que pasa tiende a llenar los claros existentes entre los pisos y a hacer más gradual la proporción entre las formas extinguidas y las vivientes. En algunas de las capas más recientes -aunque indudablemente de gran antigüedad, si ésta se mide por los años- sólo una o dos especies resultan extinguidas y sólo una o dos son nuevas, por haber aparecido entonces por vez primera, ya en aquella localidad, ya -hasta donde alcanza nuestro conocimiento- en la superficie de la tierra. Las formaciones secundarias están más interrumpidas; pero, como hace observar Bronn, ni la aparición ni la desaparición de las muchas especies enterradas en cada formación han sido simultáneas.

Las especies pertenecientes a distintos géneros y clases no han cambiado ni con la misma velocidad ni en el mismo grado. En las capas terciarias más antiguas pueden encontrarse todavía algunos moluscos hoy vivientes, en medio da multitud de formas extinguidas. Falconer ha dado un notable ejemplo de un hecho semejante, pues en los depósitos subhimalayos se presenta, asociado a muchos mamíferos y rep-

tiles extinguidos, un cocodrilo que existe todavía. La *Lingula* silúrica difiere muy poco de las especies vivientes de este género, mientras que la mayor parte de los restantes moluscos silúricos y todos los crustáceos han cambiado mucho. Las producciones terrestres parecen haber cambiado más rápidamente que las del mar, de lo cual se ha observado en Suiza un ejemplo notable. Hay algún fundamento para creer que los organismos más elevados en la escala cambian más rápidamente que los que son inferiores, aun cuando haya excepciones a esta regla. Como ha hecho observar Pictet, la intensidad del cambio orgánico no es la misma en cada una de las llamadas formaciones sucesivas. Sin embargo, si comparamos cualesquiera formaciones, excepto las más próximas, se encontrará que todas las especies han experimentado algún cambio. Una vez que una especie ha desaparecido de la superficie de la tierra, no tenemos razón alguna para creer que la misma forma idéntica reaparezca nunca. La excepción aparente más importante a esta última regla es la de las llamadas *colonias* de *monsieur* Barrande, las cuales se introdujeron, durante un cierto tiempo, en medio de una formación más antigua, y luego dejaron que reapareciese la fauna preexistente; pero la explicación de Lyell -o sea, que se trata de un caso de emigración temporal desde una provincia geográfica distinta- parece satisfactoria.

Estos diferentes hechos se concilian bien con nuestra teoría, que no comprende ninguna ley fija de desarrollo que haga cambiar brusca o simultáneamente, o en igual grado, a todos los habitantes de una región. El proceso de modificación hubo de ser lento, y comprendió generalmente sólo un corto número de especies al mismo tiempo, pues la variabilidad de cada especie es independiente. El que estas variaciones o diferencias individuales que pueden surgir se acumulen mediante selección natural en mayor o menor grado, produciendo así una mayor o menor modificación permanente, dependerá de circunstancias muy complejas: de que las variaciones sean de naturaleza útil; de la libertad en los cruzamientos; del cambio lento de las condiciones físicas en el país; de la inmigración de nuevos colonos, y de la naturaleza de los otros habitantes con los que entren en competencia las especies que varían. No es, pues, en modo alguno, sorprendente que una especie conserve idénticamente la misma forma mucho más tiempo que otras, o que, si cambia, lo haga en menor grado.

Encontramos relaciones análogas entre los habitantes actuales de distintos países; por ejemplo: los moluscos terrestres y los insectos coleópteros de la isla de la Madera han llegado a diferir considerablemente de sus parientes más próximos del continente de Europa, mientras que los moluscos marinos y las aves han permanecido sin variación. Quizás podamos comprender la velocidad, evidentemente mayor, del cambio en los seres terrestres y en los de organización más elevada, comparados con los seres marinos e inferiores, por las relaciones más complejas de los seres superiores con sus condiciones orgánicas e inorgánicas de vida, según se explicó en un capítulo precedente. Cuando un gran número de los habitantes de una región haya llegado a modificarse y perfeccionarse, podemos comprender, por el principio de la competencia y por las importantísimas relaciones entre organismo y organismo en la lucha por la vida, que toda forma que no llegase a modificarse o perfeccionarse en algún grado estaría expuesta a quedar exterminada. Vemos, por consiguiente, por qué todas las especies de una misma región, si consideramos espacios de tiempo suficientemente largos, llegaron al cabo a modificarse, pues de otro modo se hubiesen extinguido.

Entre los miembros de una misma clase, el promedio de cambio durante períodos largos e iguales de tiempo puede quizá ser casi el mismo; pero, como la acumulación de formaciones duraderas ricas en fósiles depende de que se depositen grandes masas de sedimentos en regiones que se hundan, nuestras formaciones se han acumulado casi necesariamente con intermitencias grandes e irregulares, y, por consiguiente, no es igual la intensidad del cambio orgánico que muestran los fósiles enterrados en las formaciones sucesivas. Según esta hipótesis, cada formación no señala un acto nuevo y completo de creación, sino tan sólo una escena incidental, tomada casi al azar, de un drama que va cambiando siempre lentamente.

Podemos comprender claramente por qué una especie, cuando se ha perdido, no tiene que reaparecer nunca, aun en caso de que vuelvan exactamente las mismas condiciones orgánicas e inorgánicas de vida; pues aun cuando la descendencia de una especie podría adaptarse -e indudablemente ha ocurrido esto en innumerables casos- a llenar el lugar de otra en la economía de la naturaleza, suplantándola de este modo, sin embargo, las dos formas -la antigua y la nueva- no serían

idénticamente iguales, y ambas heredarían, casi seguramente, caracteres diferentes de sus distintos antepasados, y organismos diferentes tendrían que variar ya de un modo diferente. Por ejemplo: es posible que, si fuesen destruidas todas nuestras palomas colipavos, los avicultores podrían hacer una nueva raza apenas distinguible de la raza actual; pero si su especie madre, la paloma silvestre, fuese también destruida -y tenemos toda clase de razones para creer que, en estado natural, las formas madres son, generalmente, suplantadas y exterminadas por su descendencia perfeccionada-, no es creíble que una colipavo idéntica a la raza extinguida se pudiese obtener de ninguna otra especie de paloma, y ni aun siquiera de ninguna otra raza bien establecida de paloma doméstica; pues las variaciones sucesivas serían, casi con seguridad, diferentes en cierto grado, y la variedad recién formada heredaría probablemente de las que le diese origen algunas diferencias características.

Los grupos de especies -esto es, géneros y familias- siguen en su aparición y desaparición las mismas reglas generales que las especies aisladas, cambiando más o menos rápidamente o en mayor o menor grado. Un grupo, una vez que ha desaparecido, nunca reaparece; es decir: la existencia del grupo es continua mientras el grupo dura. Sé que existen algunas aparentes excepciones a esta regla; pero las excepciones son sorprendentemente pocas, tan pocas, que E. Forbes, Pietet y Woodward -a pesar de ser todos ellos muy opuestos a las opiniones que sostengo- admiten la verdad de esta regla, que está exactamente de acuerdo con mi teoría; pues todas las especies del mismo grupo, por mucho que haya durado, son descendientes modificadas unas de otras, y todas de un progenitor común. En el género *Lingula*, por ejemplo, las especies que sucesivamente han aparecido en todas las edades tienen que haber estado enlazadas por una serie no interrumpida de generaciones, desde el estrato silúrico más inferior hasta la actualidad.

Hemos visto en el capítulo anterior que, a veces, grupos de especies parecen falsamente haberse desarrollado de repente, y he intentado dar una explicación de este hecho, que, si fuese cierto, sería fatal para mis opiniones. Pero estos casos son verdaderamente excepcionales, pues la regla general es un aumento gradual en número, hasta que el grupo alcanza su máximo, y, después, más pronto o más tarde, una disminución gradual. Si el número de especies incluidas en un géne-

ro, o el número de géneros incluidos en una familia, se representa por una línea vertical de grueso variable que sube a través de las sucesivas formaciones geológicas en que se encuentran las especies, la línea, algunas veces, parecerá falsamente empezar en su extremo inferior, no en punta aguda, sino bruscamente; luego, gradualmente, engruesará hacia arriba, conservando a veces el mismo grueso en un trayecto, y, finalmente, acabará haciéndose delgada en las capas superiores, señalando la disminución y extinción final de las especies. Este aumento gradual en el número de especies de un grupo está por completo conforme con mi teoría, pues las especies del mismo género y los géneros de la misma familia sólo pueden aumentar lenta y progresivamente, por ser el proceso de modificación y la producción de numerosas formas afines necesariamente un proceso lento y gradual, pues una especie da primero origen a dos o tres variedades, éstas se convierten lentamente en especies, que, a su vez, producen por grados igualmente lentos otras variedades y especies, y así sucesivamente, como la ramificación de un gran árbol partiendo de un solo tronco, hasta que el grupo llega a ser grande.

DE LA EXTINCIÓN

Hasta ahora sólo hemos hablado incidentalmente de la desaparición de especies y grupos de especies. Según la teoría de la selección natural, la extinción de formas viejas y la producción de formas nuevas y perfeccionadas están íntimamente enlazadas. La antigua idea de que todos los habitantes de la tierra habían sido aniquilados por catástrofes en los sucesivos períodos, está generalmente abandonada, aun por aquellos geólogos, como Elie de Beaumont, Murchison, Barrande, etc., cuyas opiniones generales les tendrían que conducir naturalmente a esta conclusión. Por el contrario, tenemos fundamento para creer, por el estudio de las formaciones terciarias, que las especies y grupos de especies desaparecen gradualmente, unos tras otros, primero de un sitio, luego de otro, y, finalmente, del mundo. En algunos casos, sin embargo -como la ruptura de un istmo, y la consiguiente irrupción de una multitud de nuevos habitantes en un mar contiguo, o el hundimiento final de una isla-, el proceso de extinción puede haber sido rápido. Tanto las especies aisladas como los grupos enteros de especies

duran períodos de tiempo muy desiguales; algunos grupos, como hemos visto, han resistido desde la primera aurora conocida de la vida hasta el día de hoy; otros han desaparecido antes de terminarse el período paleozoico. Ninguna ley fija parece determinar el tiempo que resiste una especie o un género. Hay motivos para creer que la extinción de un grupo entero de especies es, generalmente, un proceso más lento que su producción: si, como antes, se representa su aparición y desaparición mediante una línea vertical de un grueso variable, se encontrará que la línea se adelgaza, terminando en punta, más gradualmente en su extremo superior, que señala el proceso de la extinción, que en su extremo inferior, que indica la aparición y primitivo aumento del número de especies. En algunos casos, sin embargo, la extinción de grupos enteros, como el de los amonites al final del período secundario, fue asombrosamente súbita.

La extinción de las especies ha sido rodeada del más injustificado misterio. Algunos autores incluso han supuesto que, del mismo modo que el individuo tiene una vida de duración determinada, también las especies tienen una duración determinada. Nadie puede haberse asombrado más que yo de la extinción de las especies. Cuando encontré en La Plata el diente de un caballo yaciendo en unión de restos *Mastodon*, *Megatherium*, *Toxodon* y otros monstruos extinguidos, que coexistieron todos con moluscos, aun vivientes, en un período geológico muy reciente, quedé lleno de asombro; pues, viendo que el caballo, desde su introducción por los españoles en América del Sur, se ha vuelto salvaje por todo el país, y que ha aumentado en número con una rapidez sin igual, me pregunté cómo pudo haberse exterminado tan recientemente el caballo antiguo, en condiciones de vida al parecer tan favorables. Pero mi asombro era infundado: el profesor Owen pronto notó que el diente, aunque muy parecido a los del caballo actual, pertenecía a una especie extinguida. Si este caballo hubiese vivido todavía, aunque siendo algo raro, ningún naturalista habría encontrado nada sorprendente su rareza, pues la rareza es atributo de un gran número de especies de todas clases, en todos los países. Si nos preguntamos por qué esta o aquella especie es rara, contestamos que existe alguna cosa desfavorable en las condiciones de vida, pero cuál sea esta cosa casi nunca podemos decirlo. Suponiendo que el caballo fósil existiese todavía como una especie rara -por analogía con todos

otros mamíferos, incluso con los elefantes, que crían tan lentamente, y por la historia de la naturalización del caballo doméstico en América del Sur-, podríamos haber dado por seguro que en condiciones más favorables habría poblado en poquísimos años todo el continente; pero no podríamos haber dicho cuáles eran las condiciones desfavorables que impedían su crecimiento, ni si eran una o varias causas, ni en qué periodo de la vida del caballo actuaba cada una, ni en qué medida. Si las condiciones hubieran continuado, por muy lentamente que hubiese sido, haciéndose cada vez menos favorables, seguramente no hubiésemos observado el hecho, y, sin embargo, el caballo fósil indudablemente se hubiese ido volviendo cada vez más raro, y, finalmente, se hubiese extinguido, siendo ocupado su lugar por algún competidor más afortunado.

Es difícilísimo recordar siempre que el aumento numérico de todo ser viviente está siendo constantemente limitado por causas desconocidas contrarias a él, y que estas mismas causas desconocidas son muy suficientes para producir la rareza y, por último, la extinción. Tan poco conocido está este asunto, que repetidas veces he oído expresar la sorpresa de que hayan llegado a extinguirse animales gigantes, tales como el mastodonte y los dinosaurios, que son aún más antiguos, como si la sola fuerza corporal diese la victoria en la lucha por la vida. El tamaño solo, por el contrario, como ha hecho observar Owen, tiene que determinar en muchos casos una extinción más rápida, por la gran cantidad de alimento requerido. Antes de que el hombre habitase la India o el África, alguna causa tuvo que haber refrenado el aumento continuo del elefante actual. El doctor Falconer, autoridad competentísima, cree que son principalmente los insectos los que, por atormentar y debilitar continuamente al elefante en la India, impiden su aumento, y ésta fue la conclusión de Bruce por lo que se refiere al elefante africano en Abisinia. Es seguro que ciertos insectos y los murciélagos chupadores de sangre condicionan en diferentes partes de América del Sur la existencia de los grandes mamíferos naturalizados.

Vemos en muchos casos, en las formaciones terciarias más recientes, que la rareza de las especies precede a la extinción, y sabemos que éste ha sido el curso de los acontecimientos en aquellos animales que han sido exterminados, local o totalmente, por la acción del hombre. Repetiré lo que publiqué en 1845, o sea, que admitir que las especies

generalmente se hacen raras antes de extinguirse y no encontrar sorprendente la rareza de una especie, y, sin embargo, maravillarse mucho cuando la especie cesa de existir, es casi lo mismo que admitir que la enfermedad en el individuo es la precursora de la muerte y no encontrar sorprendente la enfermedad, y cuando muere el enfermo maravillarse y sospechar que murió de muerte violenta.

La teoría de la selección natural está fundada en la creencia de que cada nueva variedad, y, finalmente, cada nueva especie, está producida y mantenida por tener alguna ventaja sobre aquellas con quienes entra en competencia, y de que casi inevitablemente sigue la extinción consiguiente de las formas menos favorecidas. Lo mismo ocurre en nuestras producciones domésticas: cuando se ha obtenido una variedad nueva y algo perfeccionada, al principio suplanta las variedades menos perfeccionadas de su vecindad; cuando ha sido muy perfeccionada, es llevada a todas partes como nuestro ganado vacuno *short-horn*, y reemplaza otras razas en otros países. De este modo la aparición de formas nuevas y la desaparición de formas viejas, tanto las producidas naturalmente como las producidas artificialmente, están ligadas entre sí. En los grupos florecientes el número de nuevas formas específicas producidas en un tiempo dado ha sido probablemente mayor, en algún período, que el de las formas específicas viejas que se han extinguido; pero sabemos que las especies han ido aumentando indefinidamente, por lo menos durante las últimas épocas geológicas; de modo que, considerando los últimos tiempos, podemos creer que la producción de nuevas formas ha ocasionado la extinción de un número aproximadamente igual de formas viejas.

En general, la competencia será más severa, como se explicó antes, ilustrándolo con ejemplos, entre formas que son más parecidas entre sí por todos conceptos. Por consiguiente, los descendientes modificados y perfeccionados de una especie producirán generalmente el exterminio de la especie primitiva, y, si se han desarrollado muchas formas nuevas procedentes de una especie, las más próximas a ésta, o sean las especies del mismo género, serán las más expuestas a ser exterminadas. De este modo creo yo que un cierto número de especies nuevas, descendientes de una especie, esto es, un género nuevo, viene a suplantar a otro viejo perteneciente a la misma familia. Pero tiene que haber ocurrido muchas veces que una especie nueva perteneciente a un gru-

po se haya apoderado del lugar ocupado, por otra especie perteneciente a un grupo distinto, y, de este modo, haya producido su exterminio. Si se desarrollan muchas formas afines descendientes del invasor afortunado, muchas tendrán que ceder su puesto, y, generalmente, serán las formas afines las que padecerán, por efecto de cierta inferioridad común heredada. Pero bien sean especies pertenecientes a la misma clase, o a clases distintas, las que hayan cedido su lugar a otras especies modificadas y perfeccionadas, algunas de las víctimas pueden muchas veces conservarse durante algún tiempo por estar adaptadas a alguna clase particular de vida, o por habitar alguna estación distante y aislada, donde habrán escapado a una ruda competencia. Por ejemplo, algunas especies de *Trigonia*, un género grande de moluscos de las formaciones secundarias, sobrevive en los mares de Australia, y algunos miembros del grupo grande y casi extinguido de los peces ganoideos viven todavía en las aguas dulces. Por consiguiente, la extinción total de un grupo es, en general, como hemos visto, un proceso más lento que su producción.

Por lo que se refiere a la extinción, aparentemente repentina, de familias y órdenes enteros, como la de los trilobites al final del período paleozoico y la de los amonites al final del período secundario, debemos recordar lo que ya se ha dicho sobre los largos intervalos de tiempo que probablemente ha habido entre nuestras formaciones consecutivas, y en estos intervalos debe haber ocurrido una gran extinción lenta. Además, cuando por súbita inmigración o por desarrollo extraordinariamente rápido, muchas especies de un nuevo grupo han tomado posesión de una región, muchas de las especies antiguas tendrán que haber sido exterminadas de un modo igualmente rápido, y las formas que de este modo ceden sus puestos serán, por lo común, afines, pues participarán de la misma inferioridad.

De esta manera, a mi parecer, el modo como llegan a extinguirse las especies aisladas y los grupos enteros de especies se concilia bien con la teoría de la selección natural. No hemos de asombrarnos de la extinción; si de algo hemos de asombrarnos, que sea de nuestra propia presunción al imaginar por un momento que comprendemos las muchas y complejas circunstancias de que depende la existencia de cada especie. Si olvidamos por un instante que cada especie tiende a aumentar extraordinariamente, y que siempre están actuando causas que limitan

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

este aumento, aun cuando raras veces las veamos, toda la economía de la naturaleza estará completamente oscurecida. En el momento en que podamos decir exactamente por qué esta especie es más abundante en individuos que aquélla, por qué esta especie y no otra puede ser naturalizada en un país dado, entonces, y sólo entonces, podremos encontrarnos justamente sorprendidos de no poder explicar la extinción de una especie dada o de un grupo de especies.

DE CÓMO LAS FORMAS ORGÁNICAS CAMBIAN CASI SIMULTÁNEAMENTE EN EL MUNDO ENTERO

Apenas ningún descubrimiento paleontológico es más llamativo que el hecho de que las formas vivientes cambian casi simultáneamente en todo el mundo. Así, nuestra formación cretácica europea puede ser reconocida en muchas regiones distantes, en climas los más diferentes, donde no puede encontrarse ni un pedazo de la creta mineral, como en América del Norte, en la región ecuatorial de América del Sur, en la Tierra del Fuego, en el Cabo de Buena Esperanza y en la península de la India, pues en estos puntos tan distantes los restos orgánicos presentan en ciertas capas una semejanza evidente con los del cretácico. No es que se encuentren las mismas especies, pues en algunos casos ninguna especie es idénticamente igual; pero pertenecen a las mismas familias, géneros y secciones de géneros, y a veces tienen caracteres semejantes en puntos tan accesorios como la simple labor superficial. Además, otras formas, que no se encuentran en el cretácico de Europa, pero que se presentan en las formaciones superiores o inferiores, aparecen en el mismo orden en estos puntos tan distantes del mundo. En las diferentes formaciones paleozoicas sucesivas de Rusia, Europa occidental y América del Norte, diferentes autores han observado un paralelismo semejante en las formas orgánicas, y lo mismo ocurre, según Lyell, en los depósitos terciarios de Europa y América del Norte. Aun prescindiendo por completo de algunas especies fósiles que son comunes al Mundo Antiguo y al Nuevo, sería todavía manifiesto el paralelismo general en las sucesivas formas orgánicas en los pisos paleozoicos y terciarios, y podría fácilmente establecerse la correlación entre las diferentes formaciones.

Estas observaciones, sin embargo, se refieren a los habitantes ma-

rinos del mundo; no tenemos datos suficientes para juzgar si las producciones terrestres y de agua dulce, en puntos distantes, cambian del mismo modo paralelo. Podemos dudar de si han cambiado. Si el *Megatherium*, el *Myloodon*, la *Macrauchenia* y el *Toxodon* hubiesen sido traídos desde La Plata a Europa, sin datos relativos a su posición geográfica, nadie habría sospechado que han coexistido con moluscos marinos, todos ellos vivientes todavía, y, como estos extraños monstruos coexistieron con el mastodonte y el caballo, se podía por lo menos haber supuesto que habían vivido en uno de los últimos pisos terciarios.

Cuando se dice que las formas marinas han cambiado simultáneamente en todo el mundo, no hay que suponer que esta expresión se refiere al mismo año, ni al mismo siglo, ni siquiera que tenga un sentido geológico muy riguroso, pues si todos los animales marinos que ahora viven en Europa y todos los que vivieron en el período pleistoceno -período remotísimo, si se mide en años, y que comprende toda la época glacial- se comparasen con los que existen ahora en América del Sur o en Australia, el más experto naturalista apenas podría decir si son los habitantes actuales de Europa o los del pleistoceno los que más se parecen a los del hemisferio Sur. Así, también varios observadores competentísimos sostienen que las producciones existentes en los Estados Unidos están más relacionadas con las que vivieron en Europa durante algunos períodos terciarios modernos que con los habitantes actuales de Europa, y, si esto es así, es evidente que las capas fosilíferas que ahora se depositan en las costas de América del Norte estarían expuestas con el tiempo a ser clasificadas junto con capas europeas algo más antiguas. Sin embargo, mirando a una época futura muy lejana, es casi indudable que todas las formaciones marinas más modernas -o sean las capas pliocenas superiores, las pleistocenas y las propiamente modernas de Europa, América del Norte y del Sur y Australia- serían clasificadas justamente como simultáneas en el sentido geológico, por contener restos fósiles afines en cierto grado y por no encerrar aquellas formas que se encuentran sólo en los depósitos más antiguos subyacentes.

El hecho de que las formas orgánicas cambien simultáneamente -en el sentido amplio antes indicado- en partes distantes del mundo, ha impresionado mucho a dos grandes observadores, *monsieurs* de Verneuil y d'Archiac. Después de recordar el paralelismo de las formas

paleozoicas en diferentes partes de Europa, añaden: «Si, impresionados por este extraño orden de sucesión, fijamos nuestra atención en América del Norte y descubrimos allí una serie de fenómenos análogos, parecerá seguro que todas estas modificaciones de especies, su extinción y la introducción de las nuevas, no pueden ser los resultados de simples cambios en las corrientes marinas o de otras causas más o menos locales y temporales, sino que dependen de leyes generales que rigen todo el reino animal». *Monsieur* Barrande ha hecho exactamente, en el mismo sentido, consideraciones de gran fuerza. Sería inútil por completo atribuir a los cambios de corrientes, climas u otras condiciones físicas las grandes modificaciones en las formas orgánicas en el mundo entero, en climas los más diferentes. Debemos atribuirlos, como Barrande ha hecho observar, a alguna ley especial. Veremos esto más claramente cuando tratemos de la distribución actual de los seres orgánicos y notemos qué pequeña es la relación entre las condiciones físicas de los diferentes países y la naturaleza de sus habitantes.

Este gran hecho de la sucesión paralela de las formas orgánicas en todo el mundo es inexplicable por la teoría de la selección natural. Las especies nuevas se forman por tener alguna ventaja sobre las formas viejas, y las formas que son ya dominantes, o tienen alguna ventaja sobre las otras en su propio país, dan origen al mayor número de variedades nuevas o especies incipientes. Tenemos pruebas claras de este hecho en que las plantas que son dominantes -esto es, que son más comunes y más extendidas- producen el mayor número de variedades nuevas. También es natural que las especies dominantes, variables y muy extendidas, que han invadido ya hasta cierto punto los territorios de otras especies, sean las que tengan mayores probabilidades de extenderse todavía más y de dar origen en nuevos países a otras nuevas variedades y especies. El proceso de difusión tuvo con frecuencia que ser lentísimo, dependiendo de cambios climatológicos y geográficos, de accidentes extraordinarios y de la aclimatación gradual de nuevas especies a los diferentes climas por los que hubieron de pasar; pero en el transcurso del tiempo las formas dominantes generalmente tuvieron que conseguir difundirse y prevalecer finalmente. La difusión de los habitantes terrestres de los distintos continentes sería probablemente más lenta que la de los habitantes de los mares abiertos. Podíamos, por consiguiente, esperar encontrar, como encontramos, un paralelismo

menos riguroso en la sucesión de las producciones terrestres que en la de las producciones del mar.

De este modo, a mi parecer, la sucesión paralela y -en sentido amplio- simultánea de las mismas formas orgánicas en todo el mundo se concilia bien con el principio de que las especies nuevas han sido formadas por especies dominantes, en variación y muy extendidas; las nuevas especies producidas de este modo son a su vez dominantes -debido a haber tenido alguna ventaja sobre sus padres, ya dominantes, así como sobre otras especies- y se extienden de nuevo, varían y producen nuevas formas. Las especies viejas, que son derrotadas y que ceden su puesto a formas nuevas y victoriosas, estarán, generalmente, reunidas en grupos, por heredar en común cierta inferioridad, y, por consiguiente, cuando se extienden por el mundo grupos nuevos y perfeccionados, desaparecen del mundo grupos viejos, y en todas partes tiende a haber correspondencia en la sucesión de formas, tanto en su primera aparición como en su desaparición final.

Hay otra observación digna de hacerse, relacionada con este asunto. He dado las razones que tengo para creer que la mayor parte de nuestras grandes formaciones, ricas en fósiles, se depositaron durante períodos de hundimiento, y que hubo intervalos de gran extensión, en blanco por lo que a fósiles se refiere, durante los períodos en que el fondo del mar estaba estacionario o se levantaba, e igualmente cuando el sedimento no se depositaba lo bastante de prisa para enterrar y conservar los restos orgánicos. Durante estos grandes intervalos en blanco, supongo que los habitantes de cada región experimentaron una considerable modificación y extinción, y que hubo muchas migraciones desde otras partes del mundo. Como tenemos razones para creer que grandes territorios experimentan el mismo movimiento, es probable que formaciones rigurosamente contemporáneas se hayan acumulado muchas veces en espacios vastísimos de la misma parte del mundo; pero estamos muy lejos de tener derecho a sacar la conclusión de que ha ocurrido de este modo invariablemente, y que las grandes extensiones invariablemente han experimentado los mismos movimientos. Cuando dos formaciones se han depositado en dos regiones durante casi -aunque no exactamente- el mismo período, hemos de encontrar en ambas, por las causas expuestas anteriormente, la misma sucesión general en las formas orgánicas; pero las especies no se tie-

nen que corresponder exactamente, pues en una región había habido un poco más de tiempo que en la otra para la modificación, extinción e inmigración.

Presumo que casos de esta naturaleza se presentan en Europa. Míster Prestwich, en sus admirables Memorias sobre los depósitos eocenos en Inglaterra y Francia, puede establecer un estrecho paralelismo general entre los pisos sucesivos en los dos países; pero cuando compara ciertos pisos de Inglaterra con los de Francia, aun cuando encuentra en ambos una curiosa conformidad en el número de especies pertenecientes a los mismos géneros, sin embargo, las especies difieren de un modo muy difícil de explicar, teniendo en cuenta la proximidad de los dos países, a menos, claro está, que se admita que un istmo separó dos mares habitados por faunas distintas, aunque contemporáneas. Lyell ha hecho observaciones análogas acerca de algunas de las últimas formaciones terciarias. Barrande igualmente demuestra que existe un notable paralelismo general en los sucesivos depósitos silúricos de Bohemia y Escandinavia; sin embargo, encuentra diferencia sorprendente en las especies. Si las varias formaciones no se han depositado en estas regiones exactamente durante los mismos períodos -una formación en una región corresponde con frecuencia a un intervalo en otra-, y si en ambas regiones las especies han ido cambiando lentamente durante la acumulación de las diferentes formaciones y durante los largos intervalos de tiempo entre ellas, en este caso, las diferentes formaciones en las dos regiones pudieron quedar dispuestas en el mismo orden, de acuerdo con la sucesión general de las formas orgánicas, y el orden parecería falsamente ser paralelo con todo rigor, y, sin embargo, todas las especies no serían las mismas en los pisos, en apariencia correspondientes, de las dos regiones.

DE LAS AFINIDADES DE LAS ESPECIES EXTINGUIDAS ENTRE SÍ Y CON LAS FORMAS VIVIENTES

Consideramos ahora las afinidades mutuas de las especies vivientes y extinguidas. Se reparten todas entre un corto número de grandes clases, y este hecho se explica en seguida por el principio de la descendencia. Por regla general, cuanto más antigua es una forma, tanto más difiere de las formas vivientes; pero, como Buckland ha hecho

observar hace mucho tiempo, las especies extinguidas pueden clasificarse todas dentro de los grupos todavía existentes o en los intervalos entre ellos. El que las formas orgánicas extinguidas ayudan a llenar los intervalos que existen entre géneros, familias y órdenes vivientes, es ciertísimo; pero como esta afirmación ha sido con frecuencia ignorada y hasta negada, puede ser útil hacer algunas observaciones sobre este punto y citar algunos ejemplos. Si limitamos nuestra atención a las especies vivientes, o a las especies extinguidas de la misma clase, la serie es mucho menos perfecta que si combinamos ambas en un sistema general. En los escritos del profesor Owen nos encontramos continuamente con la expresión *formas generalizadas* aplicada a animales extinguidos, y en los escritos de Agassiz con la expresión *tipos proféticos* o *sintéticos*, y estos términos implican el que tales formas son de hecho eslabones intermedios o de unión. Otro distinguido paleontólogo, *monsieur* Gaudry, ha demostrado del modo más notable que muchos de los mamíferos fósiles descubiertos por él en el Ática sirven para llenar los intervalos que existen entre géneros vivientes. Cuvier clasificaba los rumiantes y los paquidermos como dos órdenes, de los más distintos, de mamíferos; pero han sido desenterradas tantas formas intermedias fósiles, que Owen ha tenido que alterar toda la clasificación, y ha colocado ciertos paquidermos en un mismo suborden con rumiantes; por ejemplo, anula, mediante graduaciones, el intervalo, grande en apariencia, entre el cerdo y el camello. Los ungulados o mamíferos de cascos y pezuñas se dividen ahora en un grupo con número par de dedos y otro con número impar de dedos; pero la *Macrauchenia* de América del Sur enlaza hasta cierto punto estas dos grandes divisiones. Nadie negará que el *Hipparion* es intermedio entre el caballo viviente y ciertas formas unguladas más antiguas; el *Tyotherium* de América del Sur, que no puede ser colocado en ninguno de los órdenes vivientes, ¡qué maravilloso eslabón intermediario constituye en la cadena de los mamíferos, como lo indica el nombre que le ha dado el profesor Gervais! Los sirenios forman un grupo bien distinto de mamíferos, y una de las más notables particularidades del dugong y del manatí actuales es la falta completa de miembros posteriores, sin que haya quedado ni siquiera un rudimento; pero el extinguido *Halitherium* tenía, según el profesor Flower, el fémur osificado «articulado en un acetábulo bien definido en la pelvis», y constituye así una aproximación a los mamífe-

ros ungulados ordinarios, de los cuales los sirenios son afines por otros conceptos. Los cetáceos son muy diferentes de todos los otros mamíferos, pero el *Zeuglodon* y el *Squalodon* terciarios que han sido colocados por algunos naturalistas en un orden constituido por ellos solos, son considerados por el profesor Huxley como cetáceos indubitables, «y como constituyendo formas de unión con los carnívoros acuáticos».

El naturalista que se acaba de citar ha demostrado que, incluso el gran intervalo que existe entre las aves y los reptiles, se salva en parte del modo más inesperado, de un lado, mediante el avestruz y la extinguida *Archeopteryx*, y, de otro, mediante el *Compsognathus*, uno de los dinosaurios, grupo que comprende los más gigantescos de todos los reptiles terrestres. Volviendo a los invertebrados, afirma Barrande -y no puede nombrarse una autoridad mayor- que los descubrimientos cada día le enseñan que, aun cuando los animales paleozoicos pueden ciertamente ser clasificados dentro de los grupos vivientes, sin embargo, en este antiguo período, los grupos no estaban tan distintamente separados unos de otros como lo están ahora.

Algunos autores se han opuesto a que ninguna especie extinguida o grupo de especies deba ser considerada como intermediaria entre cualesquiera dos especies vivientes o grupos de especies. Si con esto se entiende que ninguna forma extinguida es directamente intermedia por todos sus caracteres entre dos formas o grupos vivientes, la objeción es probablemente válida. Pero en una clasificación natural, muchas especies fósiles quedan situadas ciertamente entre dos especies vivientes, y algunos géneros extinguidos quedan entre géneros vivientes, incluso entre géneros pertenecientes a familias distintas. El caso más común, especialmente por lo que se refiere a grupos muy distintos, como peces y reptiles, parece ser que, suponiendo que se distinguen actualmente por una veintena de caracteres, los miembros antiguos están separados por un número algo menor de caracteres; de modo que los dos grupos estaban antes algo más próximos que lo están actualmente.

Es una creencia común que, cuanto más antigua es una forma, tanto más tiende a enlazar, por alguno de sus caracteres, grupos actualmente muy separados. Esta observación indudablemente tiene que ser restringida a aquellos grupos que han sufrido grandes cambios en el transcurso de las edades geológicas, y sería difícil probar la verdad de la proposición, pues, de vez en cuando, se descubre algún animal vi-

viente, como el *Lepidosiren*, que tiene afinidades directas con grupos muy distintos. Sin embargo, si comparamos los reptiles y batracios más antiguos, los peces más antiguos, los cefalópodos más antiguos y los mamíferos eocenos con los representantes más modernos de las mismas clases, tenemos que admitir que hay algo de verdad en la observación.

Veamos hasta dónde estos diferentes hechos y deducciones están de acuerdo con la teoría de la descendencia con modificación. Como el asunto es algo complicado, tengo que rogar al lector que vuelva al cuadro del capítulo cuarto. Podemos suponer que las letras bastardillas con números representan géneros, y las líneas de puntos divergentes, a partir de ellas, las especies de cada género. El cuadro es demasiado sencillo, pues se indican muy pocos géneros y muy pocas especies; pero esto carece de importancia para nosotros. Las líneas horizontales pueden representar formaciones geológicas sucesivas, y todas las formas por debajo de la línea superior pueden considerarse como extinguidas. Los tres géneros vivientes, a^{14} , q^{14} , p^{14} , formarán una pequeña familia: b^{14} y f^{14} , una familia o subfamilia muy próxima, y o^{14} , e^{14} y m^{14} , una tercera familia. Estas tres familias, junto con los muchos géneros extinguidos en las diferentes líneas de descendencia divergentes a partir de la forma madre A, formarán un orden, pues todas habrán heredado algo en común de su remoto antepasado. Según el principio de la tendencia continua a la divergencia de caracteres, que fue explicado antes, mediante el cuadro, cuanto más reciente es una forma, tanto más generalmente diferirá de su remoto antepasado. Por consiguiente, podemos comprender la regla de que las formas antiguas difieran más de las formas vivientes. No debemos, sin embargo, suponer que la divergencia de caracteres sea un hecho necesario; depende sólo de que los descendientes de una especie son de este modo capaces de apoderarse de muchos y diferentes puestos en la economía de la naturaleza. En consecuencia, es perfectamente posible, como hemos visto en el caso de algunas formas silúricas, que una especie pueda subsistir modificándose ligeramente, en relación con sus condiciones de vida poco cambiadas, y, sin embargo, conserve durante un largo período los mismos caracteres generales. Esto está representado en el diagrama por la letra F^{14} .

Las numerosas formas extinguidas y vivientes que descienden de A,

constituyen todas, según antes se hizo observar, un orden, y este orden, por el efecto continuado de la extinción y divergencia de caracteres, ha llegado a dividirse en varias familias y subfamilias, algunas de las cuales se supone que han perecido en diferentes períodos y otras han resistido hasta hoy día.

Mirando el cuadro podemos ver que, si en diferentes puntos de la parte inferior de la serie fuesen descubiertas muchas de las formas extinguidas, que se supone que están enterradas en las formaciones sucesivas, las tres familias vivientes que están encima de la línea superior resultarían menos distintas entre sí. Si, por ejemplo, los géneros a^1 , a^5 , a^{10} , f^8 , m^3 , m^6 , m^9 , fuesen desenterrados, estas tres familias estarían tan estrechamente unidas entre sí, que probablemente habrían tenido que ser reunidas, formando una gran familia, casi del mismo modo que ha ocurrido con los rumiantes y ciertos paquidermos. Sin embargo, el que se opusiese a considerar como intermedios los géneros extinguidos que enlazan de este modo los géneros vivientes de tres familias, tendría en parte razón, pues son intermedios no directamente, sino sólo mediante un camino largo y tortuoso, pasando por muchas y muy diferentes formas. Si fuesen descubiertas muchas formas extinguidas por encima de una de las líneas horizontales o formaciones geológicas intermedias -por ejemplo, por encima de VI-, y ninguna por debajo de esta línea, entonces sólo dos de las familias -las de la izquierda, a^{14} , etc., y b^{14} , etc.-, tendrían que ser reunidas en una sola, y quedarían dos familias, que serían menos distintas entre sí de lo que lo eran antes del descubrimiento de los fósiles. Del mismo modo también, si se supone que las tres familias formadas por los ocho géneros (a^{14} a m^{14}), situados sobre la línea superior difieren entre sí por media docena de caracteres importantes, en este caso, las familias que existieron en el período señalado por la línea VI habrían seguramente diferido entre sí por un número menor de caracteres, pues en este estado primitivo habrían divergido menos a partir de su antepasado común. Así ocurre que los géneros antiguos y extinguidos son con frecuencia, en mayor o menor grado, de caracteres intermedios entre sus modificados descendientes o entre sus parientes colaterales.

En la naturaleza este proceso será mucho más complicado de lo que representa el cuadro, pues los grupos serán más numerosos, habrán subsistido durante espacios de tiempo sumamente desiguales y se

habrán modificado en diferente grado. Como poseemos sólo el último tomo del registro geológico, y éste en un estado muy incompleto, no tenemos derecho a esperar -salvo en raros casos- que se llenen los grandes intervalos del sistema natural y que, de este modo, se unan familias y órdenes distintos. Todo lo que tenemos derecho a esperar es que los grupos que han experimentado dentro de períodos geológicos conocidos muchas modificaciones, se aproximen un poco entre sí en las formaciones más antiguas, de suerte que los miembros más antiguos difieran entre sí, en algunos de sus caracteres, menos que los miembros vivientes de los mismos grupos, y, según las pruebas coincidentes de nuestros mejores paleontólogos, esto es lo que ocurre frecuentemente. Así se explican, de un modo satisfactorio, según la teoría de la descendencia con modificación, los principales hechos referentes a las afinidades de las formas orgánicas extinguidas entre sí y con las formas vivientes; y según otra opinión, son estos hechos por completo inexplicables.

Según esta misma teoría, es evidente que la fauna de uno cualquiera de los grandes períodos de la historia de la tierra será intermedia, por su carácter general, entre la que le precedió y la que le sucedió. Así, las especies que vivieron en el sexto de los grandes períodos de descendencia del cuadro son los descendientes modificados de las que vivieron en el quinto, y las progenitoras, de las que llegaron a modificarse todavía más en el séptimo; por tanto, difícilmente pudieron dejar de ser casi intermedias por sus caracteres entre las formas orgánicas de encima y de debajo. Debemos en todo caso tener en cuenta la completa extinción de algunas formas precedentes, y, en cada región, la inmigración de formas nuevas de otras regiones, y una intensa modificación durante los largos períodos en blanco entre dos formaciones sucesivas. Hechas estas deducciones, la fauna de cada período geológico es, indudablemente, de carácter intermedio entre la fauna precedente y la siguiente. No necesito dar más que un ejemplo: el modo como los fósiles del sistema devónico, cuando se descubrió este sistema, fueron en el acto reconocidos por los paleontólogos como de carácter intermedio entre los del sistema carbonífero, que está encima, de los del sistema silúrico, que está debajo. Pero cada fauna no es, por necesidad, rigurosamente intermedia, pues han transcurrido espacios desiguales de tiempo entre formaciones consecutivas.

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

El que ciertos géneros presenten excepciones a la regla no constituye una dificultad positiva para la exactitud de la afirmación de que la fauna de cada período es, en conjunto, de carácter próximamente intermedio entre la fauna precedente y la siguiente. Por ejemplo, las especies de mastodontes y elefantes, ordenadas por el doctor Falconer en dos series -la primera según sus afinidades mutuas y la segunda según sus períodos de existencia- no se corresponden en orden. Ni las especies de caracteres extremos son las más antiguas o las más modernas, ni las de caracteres intermedios son de antigüedad intermedia; pero suponiendo, por un instante, en este y otros casos semejantes, que el registro de primeras operaciones y desapariciones de las especies estuviese completo -lo que está muy lejos de ocurrir-, no tenemos motivo para creer que las formas producidas sucesivamente duren necesariamente espacios iguales de tiempo. Una forma antiquísima puede a veces haber perdurado mucho más que una forma producida después en cualquier parte, sobre todo, en el caso de seres terrestres que viven en regiones separadas. Comparando las cosas pequeñas con las grandes, si las razas principales vivientes y extinguidas de la paloma doméstica se dispusiesen en serie, según su afinidad, este orden no estaría exactamente de acuerdo con el orden cronológico de su producción, y aun menos con el de su desaparición, pues la paloma silvestre, forma madre, vive todavía, y muchas variedades entre la paloma silvestre y la mensajera inglesa o *carrier* se han extinguido, y las mensajeras inglesas, que, por el importante carácter de la longitud del pico, están en un extremo de la serie, se originaron antes que los volteadores o *tumblers* de pico corto, que están, por este concepto, en el extremo opuesto de la serie.

Íntimamente relacionado con la afirmación de que los restos orgánicos de una formación intermedia son, hasta cierto punto, de carácter intermedio, está el hecho, sobre el que han insistido todos los paleontólogos, de que los fósiles de dos formaciones consecutivas están mucho más relacionados entre sí que los de dos formaciones distantes. Pictet da un ejemplo muy conocido: el de la semejanza general de los fósiles de los diferentes pisos de la formación cretácica, aunque las especies son distintas en cada piso. Este sólo hecho, por su generalidad, parece haber hecho vacilar al profesor Pictet en su creencia en la inmutabilidad de las especies. El que esté familiarizado con la distribu-

ción de las especies vivientes sobre la superficie del globo no intentará explicar la gran semejanza de las especies distintas en formaciones consecutivas porque hayan permanecido casi iguales las condiciones físicas de aquellas antiguas regiones. Recordamos que las formas orgánicas -por lo menos las que viven en el mar- han cambiado casi simultáneamente en el mundo, y, por consiguiente, en climas y condiciones los más diferentes. Considérense las prodigiosas vicisitudes del clima durante el período pleistoceno, que comprende toda la época glacial, y nótese lo poco que han influido en las formas específicas de los habitantes del mar.

Según la teoría de la descendencia, es clara toda la significación del hecho de que los restos fósiles de formaciones consecutivas estén muy relacionados. Como la acumulación de cada formación ha sido con frecuencia interrumpida, y como entre las formaciones sucesivas se han intercalado largos intervalos en blanco, no debemos esperar encontrar, según intenté demostrar en el capítulo anterior, en una o dos formaciones, todas las variedades intermedias entre las especies que aparecieron al principio y al final de estos períodos; pero, después de espacios de tiempo larguísimos, si se miden por años, aunque sólo algo largos si se miden geológicamente, hemos de encontrar formas muy afines o, como han sido llamadas por algunos autores, especies representativas, y éstas ciertamente las encontramos. En una palabra: encontramos aquellas pruebas que tenemos derecho a esperar de las transformaciones lentas y apenas sensibles de las formas específicas.

*DEL ESTADO DE DESARROLLO DE LAS FORMAS ANTIGUAS,
COMPARADO CON EL DE LAS VIVIENTES*

Hemos visto en el capítulo cuarto que la diferencia y especialización de las partes en los seres orgánicos, cuando llegan a la edad adulta, es la mejor medida hasta ahora conocida del grado de perfección o superioridad. También hemos visto que, como la especialización de las partes es una ventaja para todo ser, la selección natural tenderá a hacer la organización de todo ser más especializada y perfecta, y, en este sentido, superior; aunque esto no es decir que no pueda dejar muchos seres con una conformación sencilla y sin perfeccionar, adecuados a condiciones sencillas de vida, ni que, en algunos casos, incluso no degrade

o simplifique la organización; dejando, sin embargo, estos degradados más adecuados para su nuevo género de vida. Las nuevas especies llegan a ser superiores a sus predecesoras de otro modo más general, pues tienen que vencer en la lucha por la vida a todas las formas viejas, con las que entran en estrecha competencia. Por consiguiente, hemos de llegar a la conclusión de que, si en clima casi igual los habitantes eocenos del mundo pudiesen ser puestos en competencia con los actuales, aquéllos serían derrotados y exterminados por éstos, como lo serían las formas secundarias por las eocenas y las formas paleozoicas por las secundarias. De modo que, en esta prueba fundamental de la victoria en la lucha por la vida, lo mismo que tomando como medida la especialización de órganos, las formas modernas, según la teoría de la selección natural, deben ser más elevadas que las formas antiguas. ¿Ocurre así? Una gran mayoría de paleontólogos contestará afirmativamente, y parece que esta respuesta podría admitirse como cierta, aunque sea difícil de probar.

No es una objeción válida a esta conclusión el que ciertos braquiópodos se han modificado muy poco desde una época geológica remotísima, y que ciertos moluscos terrestres y de agua dulce han permanecido casi los mismos desde el tiempo en que, hasta donde sabemos, aparecieron por vez primera. No es una dificultad insuperable el que la organización de los foraminíferos, como ha señalado con insistencia el doctor Carpenter, no haya progresado incluso desde época laurentina, pues algunos organismos tienen que haber quedado adecuados a condiciones sencillas de vida; y ¿qué podría haber más adecuado a este fin que estos protozoos de organización inferior? Objeciones tales como las anteriores serían fatales para mi teoría, si ésta comprendiese el progreso en la organización como una condición necesaria. Serían también fatales si pudiera probarse que estos foraminíferos, por ejemplo, habían empezado a existir durante la época laurentina, o aquellos braquiópodos durante la formación cámbrica; pues, en este caso, no habría habido tiempo suficiente para el desarrollo de estos organismos hasta el tipo que entonces habían alcanzado. Cuando han llegado hasta un punto dado, no es necesario, según la teoría de la selección natural, que continúen progresando más, aunque, durante los tiempos sucesivos, tendrán que modificarse un poco para conservar sus puestos en relación con los pequeños cambios de las condiciones de existencia.

Las objeciones precedentes giran alrededor del problema de si conocemos realmente la edad de la tierra, y en qué período aparecieron por vez primera las diferentes formas orgánicas, y esto es muy discutido.

El problema de si la organización en conjunto ha adelantado o no, es por muchos conceptos complicadísimo. Los registros geológicos, incompletos en todos tiempos, no alcanzan lo bastante atrás para demostrar con claridad evidente que dentro de la historia conocida del mundo la organización ha avanzado mucho. Aun hoy día, considerando los miembros de una misma clase, los naturalistas no están de acuerdo en qué formas deben ser clasificadas como superiores; así, algunos consideran los selacios, por su aproximación a los reptiles en algunos puntos importantes de su conformación, como los peces superiores; otros consideran como superiores los teleósteos. Los ganoideos ocupan una posición intermedia entre los selacios y los teleósteos; estos últimos actualmente son, por su número, muy preponderantes; pero en otro tiempo existieron los selacios y ganoideos solos, y, en este caso, según el tipo de superioridad que se elija, se dirá que han adelantado o retrocedido en su organización. El intento de comparar en la escala de superioridad formas de distintos tipos parece ser vano. ¿Quién decidirá si una gibia es superior a una abeja, insecto que el gran von Baer cree que es «de hecho de organización superior a la de un pez, aunque de otro tipo»? En la complicada lucha por la vida, es muy creíble que crustáceos no muy elevados dentro de su misma clase pudieron derrotar a cefalópodos, que son los moluscos superiores, y estos crustáceos, aunque no muy elevados por su organización, estarían muy arriba en la escala de los animales invertebrados si se juzgase por la más decisiva de todas las pruebas, la ley de la lucha. Aparte de estas dificultades intrínsecas al decidir qué formas son las más adelantadas en organización, no debemos comparar solamente los miembros superiores de una clase en dos periodos -aun cuando indudablemente es éste un elemento, y quizá el más importante, al hacer una comparación-, sino que debemos comparar todos los miembros, superiores e inferiores, en los dos periodos. En una época antigua bullían en gran número los animales moluscoideales más superiores y más inferiores, o sean, cefalópodos y braquiópodos; actualmente ambos grupos están muy reducidos, mientras que otros de organización intermedia han aumentado mucho, y, en consecuencia, algunos naturalistas sostie-

nen que los moluscos tuvieron en otro tiempo un desarrollo superior al que ahora tienen; pero del lado contrario puede señalarse un hecho más poderoso, considerando la gran reducción de los braquiópodos y el que los cefalópodos vivientes, aunque pocos en número, son de organización más elevada que sus representantes antiguos. Debemos también comparar en dos períodos los números relativos de las clases superiores o inferiores en todo el mundo; si, por ejemplo, hoy en día existen cincuenta mil especies de animales vertebrados, y sabemos que en algún período anterior existieron sólo diez mil, debemos considerar este aumento de número en la clase más elevada, que implica un gran desalojamiento de formas inferiores, como un adelanto decisivo en la organización del mundo. Vemos, así, lo desesperadamente dificultoso que es comparar con completa justicia, en relaciones tan sumamente complejas, el grado de la organización de las faunas, imperfectamente conocidas, de los sucesivos períodos.

Apreciaremos más claramente esta dificultad considerando ciertas faunas y flores extinguidas. Por la manera extraordinaria como las producciones europeas se han difundido recientemente por Nueva Zelandia y han arrebatado los puestos que debieron haber estado ocupados anteriormente por los indígenas, hemos de creer que, si todos los animales y plantas de la Gran Bretaña fuesen puestos en libertad en Nueva Zelandia, una multitud de formas británicas llegaría, en el transcurso del tiempo, a naturalizarse allí por completo, y exterminaría a muchas de las formas indígenas. Por el contrario, por el hecho de que apenas ningún habitante del hemisferio Sur se haya hecho salvaje en ninguna parte de Europa, podemos muy bien dudar de que, en el caso de que todas las producciones de Nueva Zelandia se dejasen en libertad en la gran Bretaña, un número considerable fuese capaz de apoderarse de los puestos actualmente ocupados por nuestros animales y plantas indígenas. Desde este punto de vista, las producciones de la Gran Bretaña están mucho más elevadas en la escala que las de Nueva Zelandia. Sin embargo, el más hábil naturalista, mediante un examen de las especies de los dos países, no podría haber previsto este resultado.

Agassiz y otras varias autoridades competentísimas insisten en que los animales antiguos se asemejan, hasta cierto punto, a los embriones de animales modernos, pertenecientes a las mismas clases, y que la

sucesión geológica de formas extinguidas es casi paralela al desarrollo embrionario de las formas vivientes. Esta opinión se concilia admirablemente bien con nuestra teoría. En un capítulo siguiente intentaré demostrar que el adulto difiere de su embrión debido a que han sobrevenido variaciones a una edad no temprana que han sido heredadas en la edad correspondiente. Este proceso, mientras que deja al embrión casi inalterado, añade continuamente, en el transcurso de generaciones sucesivas, cada vez más diferencias al adulto. De este modo, el embrión va a quedar como una especie de retrato, conservado por la naturaleza de la condición primitiva y menos modificada de la especie. Esta opinión puede ser verdadera, y, sin embargo, nunca podrá ser susceptible de pruebas. Viendo, por ejemplo, que los mamíferos, reptiles y peces más antiguos que se conocen pertenecen rigurosamente a estas mismas clases, aun cuando algunas de estas formas antiguas sean un poco menos distintas entre sí que lo son actualmente los miembros típicos de los mismos grupos, sería inútil buscar animales que tuviesen el carácter embriológico común a los vertebrados, hasta que se descubran capas, ricas en fósiles, muy por debajo de los estratos cámbricos inferiores, descubrimiento que es poco probable.

DE LA SUCESIÓN DE LOS MISMOS TIPOS EN LAS MISMAS REGIONES DURANTE LOS ÚLTIMOS PERÍODOS TERCIARIOS

Míster Clift demostró hace muchos años que los mamíferos fósiles de las cavernas de Australia eran muy afines de los marsupiales vivientes de aquel continente. En América del Sur es evidente, aun para ojos inexpertos, un parentesco análogo en las piezas gigantes del caparazón -semejantes a las del armadillo- encontradas en diferentes partes de La Plata, y el profesor Owen ha demostrado, del modo más notable, que la mayor parte de los mamíferos fósiles enterrados allí en gran número son afines de tipos sudamericanos. El parentesco se ve aun más claramente en la maravillosa colección de huesos fósiles de las cavernas del Brasil, hecha por míster Lund y míster Clausen. Me impresionaron tanto estos hechos, que en 1839 y 1845 insistí enérgicamente sobre esta «ley de sucesión de tipos», sobre «el maravilloso parentesco entre lo muerto y lo vivo en un mismo continente». El profesor Owen, posteriormente, ha extendido a los mamíferos del Mundo Antiguo la

misma generalización. Vemos la misma ley en las restauraciones de las aves extinguidas y gigantescas de Nueva Zelandia hechas por este autor. La vemos también en las aves de las cavernas del Brasil. Míster Woodward ha demostrado que la misma ley se aplica a los moluscos marinos; pero por la extensa distribución geográfica de la mayor parte de los moluscos, no es bien ostensible en ellos. Podrían añadirse otros casos, como la relación entre las conchas terrestres vivientes y extinguidas de la isla de la Madera, y entre las conchas vivientes y extinguidas de las aguas salobres del mar Aralo-Cáspico.

Ahora bien; ¿qué significa esta notable ley de sucesión de los mismos tipos dentro de las mismas zonas? Sería muy temerario quien, después de comparar el clima actual de Australia y de las partes de América del Sur que están en la misma latitud, intentase explicar, por una parte, la diferencia entre los habitantes de estas dos regiones por la diferencia de condiciones físicas, y, por otra parte, la uniformidad de los mismos tipos en cada continente durante los últimos períodos terciarios, por la semejanza de condiciones. Tampoco se puede pretender que sea una ley inmutable el que los marsupiales se hayan producido sólo o principalmente en Australia, o que los desdentados y otros tipos americanos se hayan producido tan sólo en América del Sur; pues sabemos que, en tiempos antiguos, Europa estuvo poblada por numerosos marsupiales; y he demostrado en las publicaciones antes indicadas que, en América, la ley de distribución de los mamíferos terrestres fue en otro tiempo diferente de lo que es ahora. América del Norte, en otro tiempo, participó mucho del carácter actual de la parte sur de aquel continente, y la parte sur tuvo antes mucha más semejanza que ahora con la parte norte. De un modo semejante sabemos, por los descubrimientos de Falconer y de Cautley, que el norte de la India estuvo antes más relacionado por sus mamíferos con África que lo está actualmente. Podrían citarse hechos análogos relacionados con la distribución geográfica de los animales marinos.

Según la teoría de la descendencia con modificación, queda inmediatamente explicada la gran ley de la sucesión, muy persistente, pero no inmutable, de los mismos tipos en las mismas zonas, pues los habitantes de cada parte del mundo tenderán evidentemente a dejar en aquella parte, durante los períodos siguientes, descendientes muy semejantes, aunque en algún grado modificados. Si los habitantes de un

continente defirieron en un tiempo mucho de los de otro continente, sus descendientes modificados diferirán todavía casi del mismo modo y en el mismo grado; pero, después de transcurrir muchísimo tiempo y después de grandes cambios geográficos que permitan mucha emigración recíproca, los más débiles cederán su puesto a las formas predominantes, y no habrá nada inmutable en la distribución de los seres orgánicos.

Puede preguntarse, en burla, si supongo yo que el megaterio y otros monstruos gigantes afines que vivieron en otro tiempo en América del Sur han dejado tras sí, como degenerados descendientes, al perezoso, al armadillo y al oso hormiguero. Esto no puede admitirse ni por un momento. Aquellos animales gigantes se han extinguido por completo y no han dejado descendencia. Pero en las cavernas del Brasil hay muchas especies extinguidas que son muy semejantes por su tamaño y por todos sus otros caracteres a las especies que viven todavía en América del Sur, y algunos de estos fósiles pueden haber sido los verdaderos antepasados de las especies vivientes. No debería olvidarse que, según nuestra teoría, todas las especies del mismo género son descendientes de una especie, de manera que, si en una formación geológica se encuentran seis géneros que comprenden cada uno ocho especies, y en otra formación siguiente hay otros seis géneros afines o representativos cada uno de ellos con el mismo número de especies, en este caso, podemos deducir que, en general, sólo una especie de cada género viejo ha dejado descendientes modificados, que constituyen el nuevo género, que comprende varias especies, y que las otras siete especies de cada género viejo se han extinguido y no han dejado descendencia. O bien -y éste será un caso mucho más frecuente- dos o tres especies de dos o tres géneros sólo de los seis géneros viejos serán madres de los nuevos, habiéndose extinguido por completo las otras especies y los otros géneros viejos. En los órdenes decadentes, cuyo número de géneros y especies disminuye, como ocurre con los desdentados de América del Sur, todavía menos géneros y especies dejarán descendientes modificados.

RESUMEN DEL CAPÍTULO ANTERIOR Y DEL PRESENTE

He intentado demostrar que los registros geológicos son sumamen-

te incompletos; que sólo una parte del globo ha sido geológicamente explorada con cuidado; que sólo ciertas clases de seres orgánicos se han conservado en abundancia en estado fósil; que tanto el número de ejemplares como el de especies conservados en nuestros museos es absolutamente corno nada, comparado con el número de generaciones que tuvieron que haber desaparecido durante una sola formación; que, debido a que el hundimiento del suelo es casi necesario para la acumulación de depósitos ricos en especies fósiles de muchas clases, y lo bastante gruesos para resistir la futura erosión, tuvieron que haber transcurrido grandes intervalos de tiempo entre la mayor parte de nuestras formaciones sucesivas; que probablemente ha habido más extinción durante los períodos de elevación, y que durante estos últimos los registros se habrán llevado del modo más imperfecto; que cada una de las formaciones no se ha depositado de un modo continuo; que la duración de cada formación es probablemente corta, comparada con la duración media de las formas específicas; que la migración ha representado un papel importante en la aparición de nuevas formas en una región o formación determinada; que las especies de extensa distribución geográfica son las que han variado con más frecuencia y las que han dado más frecuentemente origen a nuevas especies; que las variedades han sido al principio locales, y, finalmente, que, aun cuando cada especie tiene que haber pasado por numerosos estados de transición, es probable que los períodos durante los cuales experimentó modificaciones, aunque muchos y largos si se miden por años, hayan sido cortos, en comparación con los períodos durante los cuales cada especie permaneció sin variación. Estas causas reunidas explicarán, en gran parte, por qué, aun cuando encontremos muchos eslabones, no encontramos innumerables variedades que enlacen todas las formas vivientes y, extinguidas mediante las más delicadas gradaciones. Había que tener, además, siempre presente que cualquier variedad que pueda encontrarse intermedia entre dos formas tiene que ser considerada como especie nueva y distinta, a menos que pueda restaurarse por completo toda la cadena, pues no se pretende que tengamos un criterio seguro por el que puedan distinguirse las especies de las variedades.

Quien rechace esta opinión de la imperfección de los registros geológicos, rechazará con razón toda la teoría; pues en vano puede preguntar dónde están las innumerables formas de transición que tuvieron

que haber enlazado en otro tiempo las especies afines o representativas que se encuentran en los pisos sucesivos de una misma gran formación. El que rechaza la opinión de la imperfección de los registros geológicos puede no creer en los inmensos espacios de tiempo que tienen que haber transcurrido entre nuestras formaciones consecutivas; puede no reparar en el importante papel que han representado las migraciones cuando se consideran las formaciones de una gran región, como las de Europa; puede presentar el argumento de la aparición súbita manifiesta -pero muchas veces engañosamente manifiesta- de grupos enteros de especies; puede preguntar dónde están los restos de los infinitos organismos que tuvieron que haber existido mucho antes de que se depositase el sistema cámbrico. Sabemos hoy que existió entonces, por lo menos, un animal; pero sólo puedo responder a esta última pregunta suponiendo que los océanos se han extendido, desde hace un tiempo enorme, donde hoy se extienden, y que desde el comienzo del sistema cámbrico nuestros continentes, tan oscilantes, han estado situados donde ahora lo están; pero que mucho antes de esta época, presentaba el mundo un aspecto muy diferente; que los continentes más antiguos, constituidos por formaciones más antiguas que todas las que conocemos, existen aún, aunque sólo como restos en estado metamórfico, o yacen todavía sepultados bajo el océano.

Aparte de estas dificultades, los otros grandes hechos principales de la Paleontología concuerdan admirablemente con la teoría de la descendencia con modificación mediante la variación y la selección natural. De este modo podemos comprender cómo es que las nuevas especies se presentan lenta y sucesivamente, cómo especies de diferentes clases no cambian necesariamente al mismo tiempo, ni con la misma velocidad, ni en el mismo grado, aun cuando, a la larga, todas experimenten, en cierta medida, modificación. La extinción de las formas antiguas es la consecuencia, casi inevitable, de la producción de formas nuevas. Podemos comprender por qué una vez que una especie ha desaparecido nunca reaparece. Los grupos de especies aumentan lentamente en número y resisten durante períodos desiguales de tiempo, pues el proceso de modificación es necesariamente lento, y depende de muchas circunstancias complejas. Las especies predominantes, que pertenecen a grupos grandes y predominantes, tienden a dejar muchos descendientes modificados, que forman nuevos grupos y subgrupos.

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

Cuando éstos se forman, las especies de los grupos menos vigorosos, debido a su inferioridad, heredada de un antepasado común, tienden a extinguirse a un tiempo, y a no dejar ningún descendiente modificado sobre la superficie de la tierra; pero la extinción completa de un grupo entero de especies ha sido a veces un proceso lento, por la supervivencia de unos pocos descendientes que prolongan su existencia en localidades protegidas y aisladas. Una vez que un grupo ha desaparecido por completo, jamás reaparece, pues se ha roto el encadenamiento de generaciones.

Podemos comprender cómo es que las formas predominantes que se extienden mucho y producen el mayor número de variedades tienden a poblar la tierra de descendientes semejantes, pero modificados, y cómo éstos, generalmente, conseguirán suplantarse los grupos que les son inferiores en la lucha por la existencia. Por consiguiente, después de grandes espacios de tiempo, las producciones del mundo parecen haber cambiado simultáneamente.

Podemos comprender cómo es que todas las formas orgánicas antiguas y modernas constituyen, juntas, un corto número de grandes clases. Podemos comprender, por la continua tendencia a la divergencia de caracteres, por qué cuanto más antigua es una forma, tanto más difiere, en general, de las que ahora viven; por qué las formas antiguas y extinguidas tienden con frecuencia a llenar huecos entre las formas vivientes, reuniendo a veces en uno dos grupos antes clasificados como distintos, pero con más frecuencia haciendo tan sólo que sea un poco menor la distancia. Cuanto más antigua es una forma, con tanta mayor frecuencia es, en algún grado, intermedia entre grupos actualmente distintos; pues cuanto más antigua sea una forma, tanto más de cerca estará relacionada con el antepasado común de grupos que después han llegado a separarse mucho, y, por consiguiente, tanto más se parecerá a él. Las formas extinguidas rara vez son directamente intermedias entre formas vivientes; y lo son tan sólo por un camino largo y tortuoso, pasando por otras formas diferentes y extinguidas. Podemos ver claramente por qué los restos orgánicos de formaciones inmediatamente consecutivas son muy afines, pues están estrechamente enlazados entre sí por generación. Podemos ver claramente por qué los fósiles de una formación intermedia tienen caracteres intermedios.

Los habitantes del mundo en cada período sucesivo de la historia

C. DARWIN

han derrotado a sus predecesores en la lucha por la vida, y son, en este respecto, superiores en la escala, y su estructura generalmente se ha especializado más, y esto puede explicar la creencia común, admitida por tantos paleontólogos, de que la organización, en conjunto, ha progresado. Los animales antiguos y extinguidos se asemejan, hasta cierto punto, a los embriones de los animales más modernos pertenecientes a las mismas clases, y este hecho portentoso recibe una explicación sencilla, según nuestras teorías. La sucesión de los mismos tipos de estructura dentro de las mismas regiones durante los últimos períodos geológicos, deja de ser un misterio y es comprensible según el principio de la herencia.

Si los registros geológicos son, pues, tan incompletos como muchos creen -y, por lo menos, puede afirmarse que no puede probarse que los registros sean mucho más perfectos-, las objeciones principales a la teoría de la selección natural disminuyen mucho o desaparecen. Por otra parte, todas las leyes principales de la Paleontología proclaman claramente, a mi juicio, que las especies han sido producidas por generación ordinaria, por haber sido suplantadas las formas antiguas por formas orgánicas nuevas y perfeccionadas, producto de la *variación* y de la *supervivencia de los más adecuados*.

FIN DEL TOMO II