

se ha estudiado por completo el ciclo de evolucion de una especie, fácilmente puede ocurrir que se tomen por especies particulares formas tambien particulares del desarrollo, hasta que conocimientos más precisos lleguen á demostrar la relación que existe entre estos diferentes estadios.

Además, en la actitud de las plantas producen ciertos cambios que pueden considerarse como modificaciones y, con más frecuencia todavía, como anomalías más ó ménos pronunciadas. Éstas son producidas por insólitas influencias exteriores, heridas y lesiones mecánicas, una alimentación anormal, un medio desfavorable y otras diversas causas que pueden obrar, ora simultánea, ora aisladamente. Entonces, las consecuencias visibles son estados degenerativos y de involucion del género, lo mismo que anomalías en su actitud fisiológica. Variaciones en la proporción de cenizas, acumulación á veces enorme de ácido silíceo en las plantas, la marchitez de que se ven atacadas cuando el suelo no contiene hierro, la acumulación de amibos en las fanerógamas hambrientas, la coloración más pálida de ciertas flores: tales son los cambios que pueden nacer por influjo de las condiciones exteriores. Pero lo característico de todos estos estados es que *no son atributos constantes, hereditarios*; sólo viven tanto como las causas exteriores que los han producido, y desaparecen al cabo de pocas generaciones cuando se vuelven otra vez normales las condiciones.

Por consiguiente, son tan variables los caracteres distintivos de estas modificaciones, que son impropios en absoluto para permitir la creación de especies nuevas; para esto se necesitarían caracteres constantes y transmisibles por largo tiempo.

En tercer lugar, hay que admitir tambien que los caracteres de las especies que se imponen como constantes pueden sufrir transformaciones en lapsos de tiempo más largos. Entre muchas plantas análogas sujetas á las mismas condiciones exteriores, ciertos individuos presentan á veces diferencias insignificantes; los descendientes de estos últimos presentan las mismas anomalías y, después de mucho más tiempo, se encuentran entre estos descendientes individuos que ofrecen nuevas anomalías. De esta manera pueden nacer poco á poco nuevas especies y variedades. Este término final se alcanza, sobre todo, cuando las anomalías son tales que las plantas que están sujetas á ellas en condiciones dadas son precisamente las más fuertes y las que se multiplican con mayor rapidez, ó cuando el hombre elige con deliberado propósito los individuos anormales y los cultiva con exclusion de los demás.

De esta manera explica Darwin el origen de las especies, de los géneros y de las variedades. Pero es importante para caracterizar una especie definida que las nuevas cualidades sean relativamente constan-

tes y que no las puedan modificar las más diversas causas exteriores. En efecto, parece imposible crear á voluntad otras especies modificando las condiciones exteriores; en los ensayos que tienden á este fin, las plantas no se modifican ó, á lo más, sufren modificaciones y degeneran sin llegar á formar anomalías notables y constantes, en el caso en que no haya una tendencia innata á variar. El origen de las especies debe referirse á una misma tendencia á variar, cuya esencia propiamente dicha es desconocida todavía. Esta tendencia varía mucho según las especies; unas producen variedades con mucha facilidad; otras, por el contrario, rara vez las producen. En todo caso, estas anomalías lo mismo nacen cuando, en lo posible, se cultivan en condiciones regulares, que cuando se someten á ciertas influencias. Sólo dependen del conjunto de las condiciones exteriores la vitalidad y la facultad de desarrollo de las diversas plantas. La union sexual de individuos tiene el mayor influjo sobre esta tendencia á la variación. Donde existe este influjo son numerosas las variaciones. Pero, fuera del influjo sexual, es muy grande la tendencia á variar que presentan ciertas plantas.

Si queremos basarnos en esta manera de comprender el origen y la caracterización de las especies (desarrollada sobre todo por Nägeli), para estudiar la actitud correspondiente de los hongos inferiores, debe suponerse que de la misma manera se producirán en estos últimos las modificaciones, las variedades y las especies. Ciertas formas no deberán considerarse sino como grados de evolucion de una misma especie y, por consiguiente, entrarán en el cuadro de ésta. Además, por influjo de determinadas causas exteriores nacerán modificaciones pasajeras; en fin, las especies existentes darán variedades y especies nuevas con caracteres constantes y transmisibles. La extension de la producción de las variedades dependerá verosimilmente de la tendencia que los hongos inferiores tienen á variar. En cuanto á saber si esta tendencia es fuerte ó moderada, esto sólo puede resolverse por observaciones directas. Como en los hongos inferiores, sobre todo en los esquizomicetos, falta la sexualidad y, por consiguiente, uno de los factores más importantes para formar nuevas variedades, es preciso esperar más bien una gran constancia de las especies ó tan sólo lentas variaciones. Por otra parte, la rápida multiplicación de los individuos y sucesión de las generaciones pudieran dar por resultado una variación más pronta que en las plantas superiores, cuya variación se verificaría en un tiempo apreciable, por decirlo así, á nuestra vista. Pero debemos deslindar aún más el modo cómo deben comprenderse las generaciones en los hongos. ¿Debe considerarse cada célula del esquizomiceto como un individuo, y una colonia representa un número incalculable de generaciones? ¿Ó son comparables las células de una colonia con las células de

las plantas más elevadas, y sólo se crea una nueva generación cuando fructifican, cuando se forman los esporos?

De este modo nos hallamos frente á una serie de cuestiones que nos dan el convencimiento de que por el examen de lo que se produce en las plantas más elevadas no puede inferirse nada definitivo respecto á la actitud de los hongos inferiores. Por esta razón, sólo puede llegarse á un resultado seguro por la observación y las experiencias.

Por lo que respecta á éstas, se han observado, ante todo, en los hongos inferiores diferencias morfológicas. Algunas pertenecen esencialmente al número de las que permiten caracterizar la especie. En este sentido, el crecimiento y el desarrollo dan origen á formas variadas que se reproducen constantemente en una misma especie. En este caso, vense nacer á expensas de las células más sencillas bastoncillos y filamentos, en los cuales se forman esporos. Además, observamos en ciertos mohos (*aspergillus*, *penicillium*) producción de formas por completo diferentes de las que las han producido, y vemos á las levaduras ordinarias transformarse en células con esporos, configuradas de otro modo que las células primitivas. Frecuentemente, las influencias exteriores contribuyen á producir una ú otra forma de desarrollo, pero sólo nacen siempre formas determinadas, características de la especie y no formas cualesquiera, variables según la naturaleza de las causas exteriores. Según Zopf, existe para ciertos esquizomicetos un ciclo bastante grande de formas de crecimiento. Pero, á despecho de todas estas variaciones de forma, siempre se pueden distinguir especies caracterizadas. Sólo se trata de aprender á conocer todos los grados de desarrollo y colocarlos entre los caracteres de las especies.

En segundo lugar, también se producen las modificaciones de forma en los hongos inferiores, por influjo de los agentes exteriores. Las condiciones de nutrición tienen el poder de influir hasta cierto punto sobre la forma, como en las plantas superiores. Muchas veces se observa un aumento ó una disminución de la longitud ó del diámetro y una hinchazón más considerable de las células ó de los filamentos (Buchner). Pero, con alguna atención, puede verse que estas anomalías casi nunca van tan lejos que hagan poner en duda ciertos caracteres distintivos de forma considerados hasta entonces como característicos de la especie. La relación entre la longitud y el diámetro de los esquizomicetos bacilares, la forma de las extremidades, el modo de progresión del filamento, la manera de asociarse los individuos aislados permanecen iguales, por lo general. Con frecuencia, por influjo de condiciones exteriores anormales se ven nacer alteraciones más profundas, formas patológicas, formas de involución. Todas estas variaciones hacen difícil la diferenciación morfológica de las especies, teniendo en cuenta, sobre todo, que con los esquizomicetos nos vemos reducidos á

apoyarnos en caracteres en extremo delicados y muy insuficientes. Por este motivo, ha sido abandonada la clasificación primitiva, exclusivamente basada en la forma. Pero, en realidad, todas estas modificaciones morfológicas no conducen á la confusión de las especies; por el contrario, con medios más perfectos de observación, sirven para caracterizarlas mejor.

En un tiempo más largo, es probable que se produzca una tercera especie de cambios morfológicos, que conduzcan á la producción de variedades y de especies nuevas. Pero la mayoría de las veces parece suceder esto de una manera lenta é insensible, como en las plantas superiores. Recientemente se han dado pruebas seguras de que las bacterias cambian muy poco en períodos de ciento y hasta de mil años. Van Tieghem (1) ha podido demostrar en tenues cortes de raíces de coníferas fósiles del período carbonífero la existencia de las formas características del *bacillus butyricus*. Zopf y Miller (2) han encontrado en el sarro dentario de las momias egipcias las mismas formas que se hallan actualmente en la cavidad bucal. Evidentemente, estos ejemplos sólo tienen valor para las mencionadas especies, y debemos guardarnos de deducir *à priori* que todos los hongos presentan tan poca tendencia á variar.

Nægeli, Buchner, Wernich y algunos otros autores han afirmado que, por influjo de las condiciones exteriores, podían producirse grandísimas modificaciones en la forma de los hongos y que, además, no existía distinción morfológica de la especie. Esta última, en particulares condiciones vitales, podría transformarse en una especie caracterizada por otros atributos morfológicos y por otro crecimiento. Así, los bacilos del carbunco se cambiarían en una forma de transición y luego en verdaderos bacilos del heno (compárese con lo dicho en el t. I, página 163). Pero cuanto más se han perfeccionado los métodos de cultivo, más se ha fortalecido el convencimiento de que estas transformaciones no se producen, como tampoco en los organismos más elevados. Por el contrario, las investigaciones primitivas que demostraron este hecho no se hicieron con ayuda de métodos irreprochables. Buchner mismo, en sus trabajos recientes, distingue un gran número de caracteres morfológicos de las especies. No es imposible que, merced á investigaciones más precisas, ciertas especies consideradas como diferentes se reúnan, de suerte que dos especies distintas hoy formen una sola que presente más variabilidad en sus formas de crecimiento. Pero, hasta ahora, no se ha observado nada semejante; y si esto se viera en

(1) *Comp. rend.*, 1879.

(2) *Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak.*, 1882.

un caso aislado, no habría por ello razón suficiente para poner en duda el valor de los caracteres morfológicos que sirven para distinguir las demás especies de esquizomicetos (1).

En vista de la dificultad que hay de distinguir las especies, basándose en sus propiedades morfológicas, debemos (según hemos dicho en el t. I, pág. 108) hacer prevalecer las propiedades fisiológicas características, como medio diagnóstico de las especies y como principio de una clasificación. En este caso, las propiedades que se utilicen deben de ser, con toda evidencia, constantes y hereditarias; sólo con estas condiciones responden á su fin.

Cualidades que pueden transformarse con facilidad por diversas influencias exteriores, son tan poco á propósito para caracterizar las especies como las formas variables.

En realidad, tenemos actualmente atributos trasmisibles y característicos para las diferentes especies bacterias: la producción de fermentos, la formación de pigmento, el papel patógeno de las bacterias y el modo como éstas asimilan y descomponen los substratos nutritivos.

Más arriba hemos dicho que el conjunto de las condiciones exteriores de existencia ejerce también un influjo significativo sobre la calidad de los productos de nutrición, y que en circunstancias anormales puede suprimirse cada fase aislada de las manifestaciones vitales características, pero que, á pesar de estos hechos, las propiedades no eran variables á voluntad. Las variaciones se mueven sólo en tales límites, que pueden reunirse por completo en el conjunto de las cualidades propias de la especie. Conforme á lo que precede, siendo las mismas las condiciones nutritivas, serán constantes las manifestaciones vitales y podrán utilizarse muy bien como signo diagnóstico y como medio

(1) Recientemente, Buchner me ha dirigido el cargo de confundir la variabilidad de la forma del crecimiento con la de la especie (*Arch. f. Hygiene*, t. III, pág. 380) y de combatir la primera, cuando yo tenía presente la segunda. En los diversos pasajes de mi crítica de la hipótesis de Zopf, lo mismo que en la primera edición de este libro, es posible convencerse de que no he cometido tal confusión. En prueba de ello cito el siguiente pasaje de la primera edición, pág. 276:

«La distinción de especies características sería tal vez conciliable siempre con la idea de que los cocos, las bacterias y los espirilos sólo representan formas de desarrollo que se transforman fácilmente unas en otras. En los cocos, bacilos y espirilos observamos otras muchas particularidades morfológicas que pueden servir para caracterizar una especie; y, si se diera importancia capital á estas particularidades, conservaríamos un sistema basado en caracteres morfológicos, gracias á los cuales podríamos intentar después un diagnóstico de las especies, aún cuando éstas se presentaran en forma de cocos, de bacterias y de espirilos.

Pero, según la opinión de Buchner y de Wernich, no es posible distinguir formas constantes; los antedichos caracteres morfológicos deben de ser más bien un producto especial de las condiciones vitales exteriores.»

diagnóstico. Por otro lado, la pérdida de propiedades particulares en ciertas condiciones sirve para extender la característica de la especie.

Además, en las bacterias como en los demás organismos, según toda apariencia, se puede observar á veces la tolerancia de condiciones anormales de existir; por ejemplo: la reacción, el contenido en sales, la temperatura anormal, etc. Puede concebirse que, produciéndose con rapidez las mismas anomalías en las condiciones vitales, se suspenda el desarrollo de los gérmenes; mientras que puede continuar aún la vida de los microorganismos, si las transiciones son sucesivas. Todavía no se ha deslindado exactamente la actitud de las bacterias en tales condiciones; sin embargo, desde luego es verosímil, gracias á la conocida actitud de los organismos elevados, que los caracteres de la especie no se borren ó atenúen ni aún por la aclimatación de las bacterias y por los mínimos cambios que de ella resultan en la nutrición. Por el contrario, cuando las condiciones exteriores anormales se reemplazan por condiciones normales, estos caracteres aumentan y las propiedades adquiridas de esta suerte se perderán de nuevo al cabo de algunas generaciones.

Nægeli, Buchner, Wernich y otros autores admitieron en otro tiempo una variabilidad rápida y extensa de las propiedades que corresponden á las especies bacterias aisladas hasta entonces.

«Según mis previsiones, dice Nægeli, cada especie verdadera de esquizomicetos puede provocar la formación de ácido láctico, la putrefacción y diversas enfermedades. Cada especie goza de la propiedad de acomodarse á ciertas condiciones exteriores variables, y conforme á este hecho, produce diferentes formas que tienen propiedades fisiológicas propias. Según las causas activas, pueden ser más ó menos estables, más ó menos perfectas la adaptación y la aclimatación. Desarrollanse, pues, formas de carácter ménos desigualmente cortado y de constancia desigual, que corresponden á las diversas condiciones exteriores. El mismo esquizomiceto tal vez viva, ora en la leche, y formaría ácido acético, y ora en la carne, produciendo así la putrefacción; más tarde, en fin, en el vino, donde engendraría la goma; en la tierra, donde no provocaría ninguna fermentación, y en el cuerpo humano, donde determinaríala aparición de una enfermedad cualquiera... En un terreno igualmente favorable para diversas transformaciones, ocasionaría la que más correspondiera á la naturaleza adquirida por los hábitos anteriores. Esquizomicetos que con tanta frecuencia cambiasen de medio habitable, evidentemente conservarían un carácter incierto y serían adecuados para adoptar diferentes fermentaciones» (1).

(1) Nægeli. *Die niederen Pilze*. München, 1877, pág. 22.

Nägeli y Buchner han visto una prueba experimental de esta manera de ver en el hecho de que los esquizomicetos que producen la fermentación ácida de la leche pierden esta propiedad en una solución azucarada de extracto de carne. En este caso, cuando se cultivan de nuevo en la leche producen una descomposición amoniacal de ésta; sólo al cabo de cien generaciones sucesivas y más en la leche, recobran poco á poco su propiedad primitiva.

Hueppe (véase la BIBLIOGRAFÍA), en investigaciones de contra-prueba hechas exactamente, no ha podido comprobar tal actitud del fermento láctico; pero ha demostrado que el fermento butírico provoca una fermentación amoniacal de la leche. Ahora bien; este microbio forma esporos muy resistentes, que muy bien pueden hallarse, sin haberlos notado, en la leche esterilizada de un modo incompleto. Por consiguiente, es verosímil admitir que en las investigaciones de los antedichos autores no hubo cambio de las propiedades de una especie, sino acción simultánea de diversas especies bacterianas.

Cuanto más han mejorado los métodos de cultivo puro de las bacterias y más perfectos han llegado á ser nuestros conocimientos acerca de la biología de las bacterias, más se confirma la opinión de que las manifestaciones vitales específicas de los hongos inferiores son tan constantes como las de los organismos más elevados. Buchner admite también, según recientes investigaciones, que los atributos fisiológicos de las bacterias son lo suficientemente constantes para fundar en ellos una diferenciación de las especies.

Al cabo de un largo espacio de tiempo, como en los organismos superiores, puede ciertamente realizarse una producción de variedades íntimamente ligadas con las propiedades fisiológicas.

Pero, por otra parte, ésta no nace del influjo directo de condiciones exteriores determinadas; procede de una tendencia á variar que presentan muchas veces individuos aislados que no tienen más que una vida efímera, y por consiguiente sin influencia; pero hay casos en que accidentalmente las condiciones exteriores son tales que los individuos caracterizados por la anomalía de su actitud fisiológica son eminentemente aptos para desarrollarse y preponderan sobre los que no gozan de las mismas propiedades. De esta manera nace una anomalía que se trasmite por algunas generaciones y que constituye una nueva variedad.

En muchos hongos inferiores la tendencia á este género de variación es en extremo restringida en este caso. Sobre todo, podemos admitir que la mayoría de los agentes de fermentación han conservado desde hace siglos la misma actitud fisiológica, y que producen desde siempre la misma descomposición de los materiales susceptibles de fermentar.

Desde este punto de vista, cierto es que recientemente se ha observado que las bacterias presentaban diversa actitud que los organismos superiores. El poder que tienen ciertas bacterias de multiplicarse en el cuerpo de los animales de sangre caliente, así como la propiedad de producir la fermentación en un substrato á propósito, son en extremo inestables en varias especies, según hemos mencionado más arriba. Éstas pueden perder tales propiedades, por ciertas influencias favorables, por la acción de temperaturas elevadas, de tóxicos químicos, etc. Según Pasteur, el paso repetido de ciertos microbios patógenos por el cuerpo de organismos bien ó mal adecuados, tiene ya por efecto un aumento ó una disminución de la virulencia (1). Respecto á los bacilos del muermo, cuando se cultivan durante cierto tiempo en la patata ó en el substrato nutritivo muerto más adecuado, se comprueba que la virulencia acaba por desaparecer del todo (Löfler). Esta *atenuación* de los hongos inferiores sería de poco interés si se tratase de una degeneración que se produjera por influjo de las condiciones biológicas anormales, persistente tanto tiempo como éstas y que no continuara transmitiéndose á una serie de generaciones cuando se vuelven normales las condiciones, sino que, por el contrario, se perdiera con rapidez. En este caso, la *atenuación* sería análoga á los fenómenos de degeneración que se observan en gran número de organismos más elevados.

Análogos ejemplos presentan: la disminución de la riqueza en quinina de las diversas especies de quininas, ó la desaparición de la conicina en la cicuta cultivada en un terreno impropio, la disminución de la clorofila y el desarrollo mezquino y lento de los diversos organismos en condiciones exteriores desfavorables.

Ahora bien; producida la *atenuación* de las bacterias patógenas y de las de la fermentación, por el cultivo en condiciones normales no puede ya descartarse, de la misma manera que sucede con las propiedades accidentalmente adquiridas en las plantas superiores.

(1) Davaine había ya descrito análogos cambios en las propiedades patógenas, como resultado de sus investigaciones sobre la virulencia progresiva. Davaine pretendía haber observado que la virulencia de los bacilos de la septicemia aumentaba por inoculación de un animal á otro; al paso que se necesitan varias gotas de un líquido infeccioso encontrado accidentalmente, para que sea eficaz la primera inculación; después bastan fracciones en extremo pequeñas (una sola gota), cuando se ha transmitido la enfermedad sucesivamente á varios animales Koch y Gaffky (*Mitth. a. d. Kais. Ges. Amt.*, t. I), han demostrado que con las bacterias de diferentes septicemias no se observa nada análogo: al principio deben emplearse dosis más grandes, porque los materiales son muy impuros y contienen pocos organismos patógenos; por el contrario, con materiales puros desde luego, las mismas cantidades son activas al comienzo y al fin de una serie. Las experiencias de Pasteur sobre el mal rojo del cerdo y la rabia canina confirman el hecho de que la virulencia aumenta por el paso sucesivo del germen por el cuerpo de ciertos animales de sangre caliente.

Existen observaciones que prueban sin ningún género de duda que la atenuación puede persistir años enteros en una gran serie de generaciones sucesivas. Así sucede sobre todo, cuando esta modificación se provoca con medios poco activos que obren durante muchísimo tiempo.

De esta manera se comprueba en ciertas bacterias una actitud que de ningún modo se armoniza con las demás propiedades bio-ógicas de las bacterias. En general, observamos una constancia en las propiedades hereditarias de las bacterias análoga á la de las plantas superiores, y vemos conformarse la virulencia á las mismas leyes que las otras propiedades, si advertimos que en un gran número de cultivos sucesivos no sufre cambio alguno, ó bien se afecta en ciertas condiciones anormales y sólo para la generación influida.

Pero no cabe duda alguna acerca del hecho notable de la transmisibilidad de la atenuación artificialmente producida en ciertas bacterias. De estos conocimientos nuevos se puede inferir que debemos ser extraordinariamente circunspectos en nuestro juicio para no trasportar á ciertas bacterias las leyes aplicables á otros organismos y para no querer sacar deducciones generales de observaciones aisladas.

En la Bacteriología debe limitarse el juicio á casos aislados, más que en cualquiera otra rama de las ciencias naturales. Tan poco racional es admitir en virtud de consideraciones teóricas ser imposible la debilitación hereditaria de las bacterias, como deducir de la atenuación en casos aislados que hay una extensa variación de la virulencia por efecto de ciertas causas no demostradas, ó que existe esta variación en otras especies bacterianas, ó hasta una actitud transitoria análoga en las demás propiedades de los microbios.

CAPÍTULO SEXTO

DISTRIBUCION GENERAL Y LOCAL DE LAS BACTERIAS

En las más diversas partes del medio ambiente hállanse gran número de especies bacterianas, cuando existe suficiente grado de humedad, sustancias nutritivas adecuadas y una temperatura por lo ménos de 6 á 10° grados. Es tanto más considerable la masa de estas bacterias cuanto más se acerque la temperatura al óptimum de 20 á 30° y más sustancias nutritivas haya. Allí donde se acumulan materias orgánicas muertas, excrementos humanos ó de animales, cadáveres, plantas muertas, residuos domésticos é industriales en la superficie del suelo, en las aguas estancadas, en el agua corriente ó en el interior de las habitaciones, cuando la temperatura y el grado de humedad son á propósito, se ven formarse focos de bacterias, que al fin destruyen á dichas sustancias y las reemplazan por un gran número de individuos de nueva formación.

En vista de la propagación, del enorme aumento y de la resistencia relativamente grande de las bacterias, involuntariamente se pregunta uno cuáles son los medios de que la naturaleza se vale para destruir las masas bacterianas formadas de continuo y para oponerse á su incessante multiplicación. Este medio no consiste en el frío del invierno, el cual se sabe que sólo produce un alto en el desarrollo, pero que parece dejar intactas á todas las bacterias.

Los medios de desinfección natural consisten más bien en la *desección*, en el *agotamiento de las sustancias nutritivas*, y á veces también en la existencia de altas temperaturas, sobre todo en la superficie del suelo, debidas á la insolación. Evidentemente todos estos medios sólo obran matando las formas de esquizomicetos que ménos resisten,