

Si se producen reacciones químicas entre las partículas y el disolvente, puede resultar tal ó cual variación, de orden eléctrico, por ejemplo, que produzca una aproximación de las partículas entre sí, y por consiguiente, una modificación de equilibrio químico producirá la correspondiente en el estado coloide.

Recíprocamente, si una influencia capaz de modificar directamente el equilibrio coloide obliga á las partículas A, B, C, á aproximarse, puede ocurrir una modificación del equilibrio osmótico y químico establecido entre estas partículas y el disolvente.

Un factor activo cualquiera que obra directamente sobre un coloide, puede influir según su dimensión propia, sea sobre el equilibrio coloide, ó sobre el equilibrio químico realizado entre las partículas y el disolvente; mas como estos dos ordenes de equilibrio están unidos entre sí por relaciones de causa á efecto, ocurrirá que, como resultado final, un agente exterior habrá podido producir en un coloide, un resultado con dimensiones muy distintas á las suyas; una vibración sonora, por ejemplo, podrá determinar *secundariamente* una modificación química, por haber puesto en conmoción las partículas suspendidas; recíprocamente, una vibración luminosa, podrá determinar *secundariamente* una modificación de estado coloide, por haber producido directamente ciertas reacciones químicas. Y

sin embargo, las vibraciones sonoras son de una dimensión muy grande en relación con los fenómenos químicos, y las luminosas, por el contrario, muy pequeñas, con relación á las partículas coloides, para que ninguno de estos dos agentes haya podido directamente producir el efecto que secundariamente he determinado.

Así, pues, no solamente la *vida* está, y valga la frase, *montada*, sobre dos series de fenómenos tan distanciados como los de las vibraciones sonoras y luminosas, por un lado, la de las reacciones moleculares ó químicas y la de las variaciones de *partículas* (*particulares*, según el autor), por otro, sino que establece un lazo entre estas dos series de fenómenos, que al parecer tan ignorados debían estar los unos por los otros. Sobre estos puntos tan esenciales ya tendremos ocasión de insistir.

CAPÍTULO IV

Lugar que ocupa la vida en la naturaleza.

Al llegar á estas líneas, estamos perfectamente dispuestos para poder localizar parcialmente los fenómenos biológicos entre los demás fenómenos naturales; sabemos que se encuentran entre los fenómenos del equilibrio particular á los coloides, y los fenómenos químicos de equilibrio molecular; en la actualidad precisaremos esta localización ante la vista de los agentes físicos susceptibles de influir

en las sustancias vivas. Sería muy interesante, por ejemplo, conocer entre qué límites de velocidad vibratoria los movimientos sonoros son susceptibles de impresionar los protoplasmas y entre qué límites de longitud, de onda, las vibraciones análogas á las luminosas pueden modificar á las sustancias químicas de los protoplasmas.

Aun y no conociendo todavía al fenómeno biológico esencial, podemos preveer, no obstante, su dimensión.

Fuera de la vida existen reacciones químicas; cuerpos coloides existen desposeídos de vida, y por ninguno de los caracteres que hemos revisado podemos definir la vida en relación con los cuerpos brutos; lo único que sabemos es que toda sustancia viva está en estado coloide; que es causa de reacciones químicas y que existen relaciones de causa á efecto entre su equilibrio coloide y su actividad, lo cual ya es mucho.

No todas las cantidades mensurables van unidas á la noción de longitud. La temperatura, pongo por caso, es una de las cantidades que mejor y con más exactitud apreciamos.

Al fenómeno biológico, netamente localizado en la escala térmica, puede asignársele límites, uno inferior y otro superior, fuera de los cuales ninguna vida protoplásmica puede manifestarse; es entre los 0 y los 60 grados donde se manifiestan todas las actividades vitales propiamente dichas, lo cual

no quiere decir que las sustancias vivas tengan que morir fatalmente más allá de estos límites; en algunas formas, por el contrario, ciertas sustancias vivas pueden resistir fríos rigurosos y temperaturas más allá de los 100 grados, por lo cual nos vemos ya obligados á distinguir entre las dos propiedades siguientes: la de «*estar viviendo*» y la de «*ser susceptible de vivir*». La segunda es por fuerza más elástica que la primera; pero la actividad vital puede asegurarse, sin lugar á dudas, que se encuentra localizada entre los 60 grados centígrados y las cercanías del 0 grados.

Si no meditásemos sobre el valor efectivo de estos límites, podría suponerse que la vida ocupa amplio lugar en la escala de las temperaturas, y nos admiraríamos al ver que se inicia la vida casi al mismo tiempo que las temperaturas positivas.— Esto es debido á que el hombre, que es un sér vivo, ha escogido para su uso una escala termométrica adecuada á su talla y como puntos fijos de esta escala, es decir, como jalones, los puntos entre los cuales *el agua*, á la presión que le es familiar, *es líquida* (1); y que esto ocurre con la vida, es decir, que esté localizada ó poco menos entre estos

(1) Las aguas cargadas de sales en solución no tienen la misma temperatura de congelación; es por esto por lo que es preciso considerar los cero grados como un límite aproximado de la temperatura inferior permitiendo el ejercicio de las actividades vitales del protoplasma.

dos extremos, es lógico, pues el protoplasma es un coloide acuoso que tiene necesidad del agua líquida para existir. Toda la historia de la vida está, por consiguiente, unida á la del agua líquida; de la vida, por tanto, podemos decir que es un fenómeno acuático.

Mas como quiera que el hombre de ciencia actual ha conseguido en el laboratorio temperaturas mucho más extremas que las conocidas por nuestros antecesores y ha sabido por la astronomía existen astros, cuya temperatura supera en mucho á la del arco voltaico; si meditamos en lo antedicho, comprenderemos que la vida ocupa en la escala térmica un intervalo tan restringido como en la de las magnitudes.

La superficie terráquea ha de hallarse entre unos límites térmicos escogidos con gran precisión para que la vida pueda subsistir en ella: la vida no ha existido en la faz del globo durante toda la vida de aquél; pues no ha podido aparecer sino cuando su temperatura superficial fué lo suficientemente baja para que el agua fuese líquida; esta última no se mantendrá en este estado cuando la temperatura descienda; la vida, en consecuencia, es un mero accidente de la superficie en la historia de la evolución térmica del globo.

Esta cuestión de la temperatura es esencial cuando se trata de fenómenos, que, como los fenómenos vitales, poseen actividades químicas. Se

sabe, en efecto, que una determinada reacción química entre dos compuestos, no ocurre más que á una temperatura definida; en condiciones distintas no puede manifestarse por completo, ó bien se manifiesta á la inversa. Además, hemos visto, no hace mucho, que un carácter muy importante de los coloides vivos, parece consistir en el hecho de que exista una relación de causa á efecto entre el equilibrio coloide de estas sustancias y el equilibrio químico de sus elementos. Son precisas, por tanto, á estos elementos químicos particulares, que las condiciones de existencia sean tales á la temperatura de la vida, que ligeras variaciones en el estado coloide (estado electrostático, estado hidrostático, etc., etc.), puedan intervenir en la génesis de reacciones químicas entre estos constituyentes, ó bien invertir el sentido de reacciones preexistentes. En otros términos, es preciso que en las condiciones térmicas de la vida protoplásmica, un cierto número de compuestos químicos del protoplasma se encuentren en la temperatura de la disociación.

Se conoce la experiencia fundamental de la disociación. Por encima de 960 grados centígrados, el carbonato de cal, encerrado en un vaso cerrado con ácido carbónico y cal, se encuentra en equilibrio con estos dos compuestos, igual que ocurre con el agua en un vaso cerrado, que está en equilibrio con su vapor. Si se aumenta ligeramente la

presión del recipiente sin que la temperatura cambie, el ácido carbónico se combina con la cal para formar una nueva cantidad de carbonato de cal; si la presión, por el contrario, disminuye, ó bien aumenta la temperatura siendo la presión igual, el carbonato de cal se disociará en cal y ácido carbónico. Cualquier cambio en la temperatura ó en la presión irá acompañado de formación ó disociación de carbonato de cal; el equilibrio *químico* que se realiza entre el compuesto y sus componentes, está subordinado por las condiciones *físicas* que ocurren en el recinto. Tendremos, pues, la física y la química unidas por relaciones de causa á efecto, y de tal modo inseparables, que ello ha sugerido la idea de denominar como *químico-física* á la ciencia que se ocupa de estos fenómenos que cabalgan sobre la química y la física á la par.

Resumiendo: de lo que hemos anteriormente dicho, se desprende que «El estudio de la vida es del dominio de la *químico física*».

CAPÍTULO V

La reversibilidad.

Frecuentemente el hecho de la disociación química por encima de una temperatura determinada, exprésase en el lenguaje hablado diciendo, que los fenómenos que en él se manifiestan son reversibles.

Dados dos fenómenos *A* y *B* (en el caso actual, el fenómeno *A* es la presencia simultánea de carbonato de cal, ácido carbónico y cal en un recinto cerrado; el *B*, es la existencia en este mismo recinto de una temperatura y presión determinada) podremos decir que estos dos fenómenos forman un conjunto reversible en las condiciones siguientes:

Si se interviene directamente en el fenómeno, para ocasionar en el *B* una modificación *b*, ocurrirá que para el fenómeno *A* tendremos una modificación *a*. Si inversamente se interviene para producir en el fenómeno *A* una modificación *a*, le ocurrirá al *B* la misma modificación *b* que precedentemente se había ocasionado al producir en *A* la modificación *a*. O mejor dicho, si los efectos conviértense en causas, las causas conviértense en efectos.

Toda la biología está supeditada á esta reversibilidad, más ó menos completa, entre el estado coloide de los protoplasmas y la naturaturaleza química de sus componentes.

La actividad coloide y la actividad química, efectivamente, ocurre, según hemos visto, en distintos grados de la escala de magnitudes; la actividad coloide, por tanto, puede impresionarse por fenómenos externos de un orden de magnitud tales, que directamente no hubiesen podido repercutir sobre las actividades químicas; pero existe repercusión de las variaciones coloides sobre las activi-