

II

El Doctor Rocasolano y su Laboratorio de investigaciones bioquímicas en la Universidad de Zaragoza

Estudios realizados durante la excursión científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia a la de Zaragoza durante la primavera de 1921 *

I.—JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL VIAJE A ZARAGOZA **

LOS trabajos del Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas de Zaragoza, han conseguido que en nuestra Patria, la Bioquímica, sea una de las Ciencias en que más se ha manifestado una personalidad científica española: ésta es la del Dr. D. Gregorio Rocasolano. En su elogio ha dicho nuestro ilustre compatriota el Dr. Carracido: «....y ya que no es allí sólo, en los estrechos límites de mi clase, donde se trabaja, sino en Zaragoza, con la dirección del Dr. Rocasolano, creo que ha llegado el momento de la división del trabajo. Y así como los astrónomos se reparten las distintas parcelas del firmamento, y los neurólogos hacen lo mismo con el cerebro, hay que hacer aquí, también, parcelas, para que cada uno tome para sí aquello que más le interese o por lo que sienta más aficiones». Y añade: «Abrigo la ilusión de que en el Centro de Investigación aragonés, y en la escuela de Rocasolano, creados en Zaragoza, estará la suprema autoridad para ilustrar acerca de los asuntos de catalisis y coloides». Si, pues, el Dr. Rocasolano logró formar escuela en uno de los puntos de las Ciencias físico-químicas de mayor trascendencia para la Biología en general y la medicina en particular, nada más lógico que la Universidad valentina apoyase con entusiasmo todo trabajo que a formar en Valencia un «Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas» fuese encaminado.

El Dr. Rocasolano y su escuela

* Se trasladaron a Zaragoza con el Dr. Bermejo, Catedrático de la Facultad de Ciencias en Valencia, los alumnos de la misma D. José V. Rubio, D. Ignacio Ribas y D. Pascual Marqués.

** Nota redactada por el Dr. Bermejo.

Objeto del viaje El objeto del viaje fué estudiar en el Laboratorio del Dr. Rocasolano el estado coloide como estado fundamental que toma la materia viva.

Lo que en el mundo inerte es accidental, en Biología es esencial. En la materia viva, la forma de dispersión que caracteriza el estado coloide está tan extendida, que es forzoso admitir, para comprender su existencia, la estructura coloidal de sus componentes: materias grasas, jabones, lipoides, cuerpos albuminoideos, amyloides, zimazas, etc.

Importancia del estado coloide Y si el secreto de la vida reside en el estado coloide que adopta necesariamente por ello la materia viva, el estado cristaloides que nunca falta y que actúa como fundamental en la materia inerte, acompañará como accesorio en el proceso fisiológico de los materiales que entran a formar el sér vivo. Coloides y cristaloides agrupados, en gran preponderancia los primeros, se relacionan en el conjunto de fenómenos fisico-químicos que constituyen la vida de la materia. Y como de unos y de otros salen micelas o iones, la existencia de los seres vivos ha de reconocer como base acciones mutuas de estos individuos materiales, que así resultan libres y relacionables en el medio de dispersión que les es más propio.

Medio de dispersión en los seres vivos Este medio es el agua. En ausencia del disolvente general por excelencia, no puede la materia experimentar las transformaciones inherentes al quimismo vital. La aptitud del agua se reconoce por su relevada constante dieléctrica, que, según los trabajos de Thomson y Nernst, resulta proporcional en cada caso al poder de disociación iónica.

Consecuencia de todo ello es la importancia que en Biología tiene el estudio de los sistemas coloidales. A ver, lo que con medios, los más delicados y precisos, puede verse; a observar con cuantos más y mejores métodos de observación se dispone hoy; a esto fuimos a la Facultad de Ciencias de Zaragoza. En la Memoria expositiva que sigue reseñamos lo observado, que, aun siendo bien poco, puede dar una idea del campo científico que nos ofrece la materia coloidal. Los trabajos de que se habla en dicha Memoria fueron hechos durante los días del mes de Marzo del corriente año, en el citado Centro de cultura e investigación.

II.—MEMORIA EXPOSITIVA DE LOS ESTUDIOS HECHOS EN EL LABORATORIO DEL DR. ROCASOLANO *

En este trabajo, más que la originalidad, se ha procurado la fidelidad en la relación de las explicaciones dadas y operaciones hechas por el Dr. Rocasolano y sus ayudantes acerca de los asuntos que en ella se mencionan: explicaciones y operaciones realizadas con exquisita bondad

* La redacción de esta Memoria, dirigida y revisada en su parte técnica por el Dr. Bermejo, corresponde a los alumnos de la Facultad de Ciencias de Valencia D. José V. Rubio, D. Ignacio Ribas y D. Pascual Marqués.



1



2

1 EL DR. D. ANTONIO DE G. ROCASOLANO. 2 LOS DRES. ROCASOLANO Y BERMEJO EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES BIOQUÍMICAS DE ZARAGOZA CON LOS ALUMNOS DEL SEGUNDO SRES. RUBIO, RIBAS Y MARQUÉS

ESTUDIOS DE QUÍMICA BIOLÓGICA

por el sabio maestro y sus expertos ayudantes; y recogidas, si no con absoluto acierto, con plena intención de exactitud. Y sirva esto de preámbulo a la siguiente exposición.

I

La materia en estado coloidal presenta un grado de dispersión o desmenuzamiento tal, que sus partículas, cuyo diámetro máximo es de $0'1 \mu$, son imperceptibles al microscopio, por ser dicho tamaño menor que el exigido por el límite de visibilidad del aparato. *Materia coloidal*

En el campo del ultramicroscopio, las partículas, fuertemente iluminadas, absorben energía luminica que luego irradian, originando los rayos visibles determinantes de la imagen de difracción, cuya aparición delata la existencia y movimientos de aquéllas. *Circunstancias de visibilidad*

La cantidad de luz difractada aumenta con la opacidad y volumen de la micela, y está relacionada con la diferencia entre los índices de refracción del cuerpo disperso y del medio de dispersión. Estas circunstancias determinan un límite de visibilidad que también es influenciado por la potencia luminosa del aparato de iluminación.

En el microscopio la viva luz del campo, más intensa que la irradiada por las partículas ultramicroscópicas, impide la percepción de estos rayos y las partículas permanecen invisibles. *Consideraciones*

Hubo, pues, que buscar el medio de que la luz absorbida primero y luego irradiada, destacase sobre un fondo oscuro, o mejor, negro, que no disipara los rayos emitidos por las partículas; y esto es lo que se ha conseguido en el ultramicroscopio.

Con objeto de comprender fácilmente la explicación antedicha, se cita con frecuencia un simil en el que se comparan el microscopio y el ultramicroscopio con el aspecto que el cielo despejado presenta en pleno día, y el que se observa cuando es de noche, respectivamente. En el primer caso la luz intensa del sol, difundida en todas direcciones, al tropezar con el polvo atmosférico, impide la visión de las estrellas; en el segundo las estrellas se patentizan por la débil luz que de ellas nos llega, ya no anulada por otra más potente.

La iluminación de las partículas en las condiciones propuestas se consigue por medio de condensadores apropiados. Nosotros hemos trabajado utilizando el condensador cardioide, verificando la inmersión inferior con agua. Si se usa el condensador parabólico, la inmersión se efectúa con aceite de cedro. *Condensadores*

El agua empleada en las inmersiones, igual que la empleada en la obtención de coloides, es bidestilada, y con objeto de que se conserve ópticamente vacía, se guarda en un frasquito lavador Clöez convenientemente modificado. *Agua empleada*



*Ultramicroscopio
utilizado en los
trabajos experi-
mentales*

El ultramicroscopio con que hemos trabajado consta de las siguientes partes: un microscopio de condensador cardioide que en su espejo inferior recibe y refleja hacia el cardioide la luz proveniente del aparato de iluminación. Este tiene como manantial de luz una lámpara de 2.000 bujías que, con su reflector cónico, está encerrada en una gran caja de zinc, la cual por la parte anterior, opuesta al reflector, tiene una abertura circular y en ella una lente que ya concentra los rayos luminosos, los cuales atraviesan después una disolución de alumbre contenida en un recipiente de cristal de caras paralelas, en la que se detienen los rayos caloríficos en virtud de las propiedades atermas del alumbre; los rayos de luz se limitan luego al pasar por una sección circular hecha en una pantalla, y van a dar sobre una lente de gran convexidad, en la cual sufren una fuerte concentración para incidir ya en el espejo del microscopio.

Si la iluminación está bien hecha, colocada la gotita de inmersión sobre el condensador y mirada verticalmente desde la parte superior, se ve completamente oscura; pero colocado el ojo del observador de manera que el rayo visual sea horizontal y tangente a la superficie convexa de la gota, se verá ésta fuertemente iluminada en la parte superior.

Al hacer una preparación al ultramicroscopio, hay que impedir que tanto sobre el porta-objetos como en la inmersión se aprisionen burbujitas de aire, que al entrar en el campo de visibilidad, obrando por su distinto índice de refracción respecto al del agua, impedirían la visión, desviando los rayos e iluminando el campo.

* * *

*Preparaciones ob-
servadas para el
manejo del ultra-
microscopio*

Una vez estudiado el ultramicroscopio, con objeto de adiestrarnos inmediatamente en su manejo, pasamos a observar algunas preparaciones hechas por nosotros mismos bajo la dirección del Sr. Bastero.

Vimos primero un argentosol fotoquímico producido por la acción reductora de la luz al incidir sobre una suspensión de cloruro argéntico. El líquido expuesto a los rayos solares iba oscureciéndose y variando de color hasta llegar al coloide, en el cual observamos al ultramicroscopio por vez primera las micelas en constante agitación por el movimiento browniano.

En otra preparación de argentomicel del laboratorio Hispanus de Valencia, sobre un fondo verde vimos una enorme cantidad de micelas debido a la gran concentración del coloide, y cómo algunas de ellas reunidas en cadena empezaban a formar un coágulo, y otro ya formado de color rojizo.

En otro argentosol fotoquímico preparado el año 19, de color grisáceo, se destacaban pequeños coágulos empujados por micelas.

En una preparación de paladiosol estabilizado con lysalbinato sódico

ya se veían coágulos como puntos brillantes e inmóviles. En estos coloides estabilizados se ven micelas de distinto tamaño.

Las micelas en las preparaciones ocupan distintos planos entre el cubre y el porta-objetos, y se observa que, enfocado uno de estos planos, las micelas, o mejor dicho, las manchas de difracción correspondientes a las micelas situadas en este plano, se ven con toda claridad, mientras que las demás están desenfocadas. Puede inducir a error en algunos casos, el enfocar las micelas pegadas al cristal y que permanecen inmóviles. Las manchas de difracción se ven de distintos colores en algunas preparaciones.

Y por último contemplamos un precioso coágulo de oro obtenido por el Sr. Clavero, de estructura filamentosa, análogo a un mechón o madeja de hilos.

Esta fué la labor inicial preparatoria del primer día de trabajo.

II

Estudiamos el método Bredig de pulverización eléctrica para la obtención de hidrosoles de platino con el Sr. Martín Sauras, que a la sazón investiga la influencia de los factores de corriente (amperaje y voltaje), empleados en la obtención del electroplatinsol, sobre el poder catalítico de este coloide. La reacción empleada con tal objeto es la de descomposición del agua oxigenada. *Obtención de hidrosoles de platino*

En el método Bredig el agua bidestilada utilizada como medio de dispersión, se descompone por la acción de la descarga eléctrica que tiene lugar entre los dos electrodos de platino al ponerlos en contacto una vez sumergidos en el agua. Recogidos y analizados los gases producidos en la descomposición, resultan formados casi exclusivamente por hidrógeno; el oxígeno se supone adsorbido por las micelas formadas, que resultan ser óxido de platino. Este oxígeno adsorbido así como la masa de platino coloidal influyen en la catalisis, aumentando su velocidad, si aumentan en cantidad. Resulta, pues, que la acción del electroplatinsol al catalizar es fisico-química. *Análisis de los gases desprendidos*

La manera de provocar las descargas eléctricas y la magnitud de la chispa influyen en el tamaño de las micelas y en la cantidad de gases desprendidos. El coloide obtenido tendrá mejores condiciones cuanto más homogénea sea la pulverización. Con objeto de hacer ésta con el mayor grado de perfección posible, el Sr. Llanas ha ideado y muy pronto lo pondrá en práctica, adaptar el mecanismo del timbre eléctrico sustituyendo el macito que en el timbre golpea la campana, por un electrodo de forma conveniente, que en este caso golpeará a su compañero. Todo ello dispuesto de manera que los electrodos puedan sumergirse en el agua y verifiquen la pulverización del mismo modo que como hasta ahora ha venido verificándose, pero de una manera más perfecta. *Mecanismo del Dr. Llanas para conseguir una homogénea pulverización*

*Electrodos
empleados*

Los electrodos que nosotros hemos empleado constan de un alambre de platino purísimo que se continúa, por medio de un enlace o soldadura, con otro alambre de cobre. A partir de la unión o desde un trecho algo anterior, viene encerrado el alambre de cobre en un tubo de vidrio de unos 8 cm. de longitud, sujetándolo en sus extremos por fusión al soplete. Estos tubos de vidrio cumplen la misión de aislar la parte cubierta de los electrodos favoreciendo su manejo. Aún queda descubierta una parte superior para establecer el contacto con los hilos conductores de la corriente, y en el extremo contrario están los alambres de platino entre los cuales saltan las chispas.

Se ha observado que entre los electrodos hay transporte de metal, resultando un desgaste desigual en ambos, inconveniente que puede corregirse cambiando los polos en las distintas operaciones, porque así variamos también el sentido en que se verifica el transporte.

* * *

*Poder catalítico
del electro-platin-
sol. Experiencias*

Hicimos un estudio acerca del poder catalítico que adquiere el electro-platinosol obtenido a 3 amperios y 96 voltios, siguiendo las experiencias del Sr. Sauras y operando según la pauta siguiente: la pulverización se hace siempre sobre 200 c. c. de agua bidestilada. El hidrógeno desprendido se recoge en una probeta graduada, de poco diámetro en los dos tercios superiores, dispuesta sobre el agua de dispersión, invertida y llena del mismo líquido, bajo cuya boca se efectúa la pulverización con objeto de que los gases desprendidos se recojan en ella.

La cantidad de hidrógeno desprendido mide la de oxígeno adsorbido, y si aquélla es constante o igual en todos los casos, ésta también lo será, habiendo que proseguir la pulverización hasta que se obtenga un volumen determinado de gas (0'5 c. c.) siempre igual, para que la influencia ejercida por el oxígeno sobre el poder catalítico del coloide sea idéntico en todos los casos, y sólo varíe con los factores de corriente.

También con objeto de que la masa de platino coloidal no haga variar dicho poder catalítico, se ha de operar con platinosoles de la misma concentración. Esto se consigue pesando los electrodos antes y después de la pulverización, y restando los pesos encontrados, se conoce la cantidad de platino dispersa en 200 c. c. de agua, o sea la concentración obtenida. Para llegar a la concentración deseada no hay más que añadir el agua necesaria, que se calcula por una sencilla proporción y teniendo en cuenta el agua (200 c. c.) que ya posee el coloide.

Llegados a este punto se trata ya de averiguar el poder catalítico del hidrosol por el incremento de velocidad que comunica a la descomposición del agua oxigenada. Con este objeto se efectúa la llamada siembra de cultivos, que se lleva a cabo en dos matracitos, donde se ponen 50 c. c. de

ESTUDIOS DE QUÍMICA BIOLÓGICA

agua oxigenada en cada uno (a 1'5 de concentración), se les añade 15 c. c. del electroplatinosol bien agitado, se rotulan anotando la fecha y hora, los amperios o voltios (1) a que fueron obtenidos, y se colocan a temperatura constante (35°) en una estufa. Luego, una vez transcurrido el tiempo propuesto, se averigua por volumetría con permanganato potásico valorado, la cantidad de agua oxigenada que resta, y por consecuencia la que se ha descompuesto, ya que se conoce la que había cuando se hizo la siembra.

Después de varias determinaciones análogas, hechas partiendo de coloides que sólo se diferencien por los factores de corriente a que fueron obtenidos, conoceremos al contrastar los resultados la influencia que dichos factores ejercen.

El Sr. Sauras ha encontrado que a menor amperaje, la concentración del coloide obtenido es menor.

*Estudios del
Dr. Sauras*

Y como representación del aumento de poder catalítico con la masa de hidrosol en presencia, ha construido una gráfica que nace muy cercana al eje de las x y va elevándose poco a poco al principio, separándose del de las y confundida con una recta hasta llegar a un punto, a partir del cual se eleva más deprisa según una cierta curva. Aun ahora está comprobado la forma de la gráfica y si la confirmase, resultaría: que hasta un determinado valor de la concentración, la velocidad de catalisis era proporcional a aquélla, proporcionalidad que se perdía al aumentar sobre ese valor la concentración del coloide.

Otras observaciones hechas sobre velocidad de catalisis con coloides estabilizados, se muestran contrarios a la teoría mecánica de Bredig sobre la catalisis. Según esta teoría, el estabilizador debía aumentar la velocidad de catalisis de un coloide, y resulta que ocurre lo contrario, pues dicha velocidad disminuye al estabilizar el coloide, admitiéndose que las micelas del estabilizador, rodean, envuelven de algún modo las del hidrosol primitivo dificultando la acción entre el catalizador y el catalizado.

Estabilizadores

También varía el poder catalítico de un coloide por su edad, o sea, con el tiempo transcurrido desde su preparación.

Ese poder, ora se atenúa, ora se aviva, y sus variaciones no parecen sujetas a ley ninguna, siendo comparables por su irregularidad a un proceso vital efectuado en la micela; algo así como si entre el medio envolvente y el complejo micelar se verificasen reacciones o intercambios análogos a la asimilación y desasimilación y a otros fenómenos característicos de los seres vivientes que llevan como sello indispensable la irregularidad más perfecta.

Hecha la gráfica correspondiente, resulta una línea con grandes y frecuentes oscilaciones. El estabilizador refrena y casi anula esas oscilaciones.

(1) Sólo es necesario anotar uno de estos factores porque únicamente se hace variar uno de ellos (los amperios) en esta serie de experiencias.

La acción catalítica se facilita por la constitución física del coloide, pero su causa reside en la constitución química de la micela. Se deduce esto de las observaciones anteriores y de otras referentes a que, disociando el complejo que forma la micela, el coloide pierde su poder catalítico.

III

Obtención de coloides por reducción

La obtención de coloides de oro por reducción química la estudiamos y practicamos con el Sr. Clavero, especialista en este asunto.

Como reductores empleamos el hidrato y sulfato de hidracina. Hemos operado en las condiciones siguientes: una parte de cloruro aúrico al 5 por 1.000 se diluye en 100 partes de agua, y añadiendo a este líquido una gota de hidrato de hidracina, al 1 por 100 de concentración, se obtiene el coloide de oro, cuyo color es distinto según la manera de efectuar el contacto entre la gota de reductor y la disolución aúrica. Si al añadir el reductor se agita el líquido violentamente con gran energía, puede llegar a obtenerse un coloide rojo de oro, que observado al ultramicroscopio, se le ve formado por micelas pequenísimas. Sin tanta violencia en la agitación se le obtiene de color violeta; y en una preparación de este aerosol al ultramicroscopio se notan sus micelas algo mayores que las del coloide rojo. Por último, si la reducción se lleva a cabo sin agitación, se obtiene un oro coloidal de color azul y de mayor tamaño micelar que los anteriores. Obtenido por agitación violenta un aerosol de color rojo y abandonado a la acción del tiempo, va recorriendo sucesivamente una escala de colores entre cuatro tipos diferentes en el siguiente orden: rojo, violeta, azul y verde, mas los diversos tonos intermedios. El primer paso del rojo al violeta tarda en efectuarse unos 3 días, en la transición del violeta al azul al rededor de 17 días, y para llegar al verde partiendo del azul se invierten unos 70.

Colores distintos

Es curioso el caso de que obtenido el hidrosol rojo con una concentración diez veces mayor que en el caso anterior, su color no se modifica por la acción del tiempo y queda permanente.

El último término de la escala, el color verde, sólo llega a formarse cuando el proceso de la variación se verifica muy lentamente; así resulta que, cuando por cualquier medio se acelera el fenómeno, no se observa color verde, y la coagulación tiene lugar cuando se ha llegado al azul, pudiendo suponerse que el paso por el tono verde es rapidísimo. Esto es lo que sucede cuando por la agregación de un ácido al coloide, se provoca el fenómeno de una manera más rápida.

El mismo efecto que los ácidos determina una corriente eléctrica.

Cambios de color

Estos cambios de coloración son debidos al crecimiento micelar, producido a su vez por la nutrición progresiva de la micela a expensas de los iones del medio de dispersión o, más exactamente, de los existentes en él.

ESTUDIOS DE QUÍMICA BIOLÓGICA

Los aurosoles son dicroicos, es decir, presentan distinto aspecto y coloración según se les contemple por refracción o por reflexión. Este fenómeno se presenta con intensidad variable en los distintos casos, y depende de la acidez del líquido. Si éste es neutro, el coloide no es dicroico, el dicroísmo es nulo; si es escasamente ácido, ya se observan débilmente los dos distintos aspectos, según que lleguen a nosotros los rayos reflejados o los refractados, y cuanto más ácido sea, más el dicroísmo se acentúa, hasta un límite constituido por cierta cantidad de hidrogeniones, ya suficiente para que la coagulación se determine.

Se ha observado, y es lógico que así suceda, que los coloides de oro que presentan dicroísmo, son más inestables que los no dicroicos.

* * *

En una disolución coloidal las micelas se nutren a expensas de los iones existentes en el líquido, y en virtud de esta nutrición la viscosidad crece con la vejez del coloide. Esto es lo que se observó claramente al estudiar la evolución de los hidrosoles de oro a partir del de color rojo, de pequeño tamaño micelar y de poca viscosidad; factores estos dos últimos que van creciendo a medida que aquél varía recorriendo la escala ya conocida al envejecer el coloide. Viniendo a ser el color, en este caso, la señal visible que nos marca la fortaleza o vitalidad del sistema, que disminuye al crecer aquellos factores.

Viscosidad en los sistemas coloidales

Si un coloide se estabiliza, la viscosidad varía poco, siendo más permanente en un valor determinado.

En un aerosol estabilizado con gelatina, se depositó ésta en coágulos blanquecinos, y entonces las micelas de oro, libres del freno que las retenía, evolucionaron como ya es sabido; la viscosidad aumentaba, y la masa de gelatina coagulada se fué coloreando a expensas del coloide, formándose una especie de laca mientras el líquido cambiaba de color. Nosotros vimos la laca ya formada.

En la viscosidad y su crecimiento influye también, como no podía menos de suceder, la manera de preparar el coloide, observándose que si éste se obtiene empleando disoluciones diluidas, se llega a distinto resultado que si se parte de disoluciones concentradas, aun cuando luego se diluya llegando a la misma concentración.

El estudio de la viscosidad se hace empleando el viscosímetro, con el cual se mide el tiempo que tarda en caer por un tubo capilar contrastado, una cantidad fija del líquido a estudiar, a temperatura siempre invariable.

Preparación del lysalbinato sódico

Preparamos lysalbinato sódico, según el procedimiento de Paal, disolviendo 30 partes de sosa en 200 de agua, añadiendo poco a poco albúmina de huevo pulverizada, y calentando al baño de maría se continúa hasta la disolución casi completa de 200 partes de albúmina. Se trata después con

ácido sulfúrico, y el precipitado que se forma se separa por filtración; el líquido filtrado se neutraliza con sosa; se evapora en baño de maría, y vuelve a acidularse con sulfúrico; se filtra nuevamente, y el líquido se dializa para separar el sulfato sódico; lo que queda en el dializador se trata con agua de barita en caliente; se filtra, y el líquido, evaporado nuevamente, se adiciona del alcohol suficiente para que se formen los ácidos lysalbínicos de Paal en copos blancos; secándolos, queda un polvo de igual color, del que se disuelve 1 gr. en 30 de agua, y esta disolución, con sosa, da el lysalbinato, que se conserva de manera conveniente.

* * *

Movimiento browniano El movimiento browniano que caracteriza a la materia coloidal consiste en un estado de agitación y desplazamiento complejo y continuo de las micelas.

Reconoce por causa la acción de la energía cinética del medio, o sea: es producido por los choques de las moléculas del líquido sobre las micelas en él dispersas, efectuados en múltiples direcciones. Varía en intensidad con la viscosidad del medio. Se hace más intenso al aumentar la temperatura, por la influencia que este agente ejerce sobre la energía cinética del medio de dispersión y sobre su coeficiente de viscosidad. La velocidad también varía con el tamaño de la micela, pues aquélla disminuye a medida que éste aumenta.

La complejidad de este movimiento, su irregularidad, su desorden, se comprenden al considerar que los choques se suceden sin orden ni dirección fijas.

Al representar el recorrido de una micela por sus trayectorias medias durante intervalos de tiempo iguales y con ayuda de la cámara clara, se tropieza con el inconveniente de que el camino caprichoso que sigue la micela se efectúa en el espacio y la representación se hace en un plano.

Sistemas en equilibrio Una disolución coloidal es un sistema en equilibrio, y cuando por una causa cualquiera se modifican las condiciones de estabilidad, el equilibrio se rompe; la coagulación empieza, y continúa hasta llegar al estado más estable determinado por las nuevas condiciones en que se ha colocado el sistema.

Ahora bien: la coagulación no implica necesariamente la aparición y precipitación de coágulos, sino solamente el cese del movimiento browniano de las micelas. Empieza por la inmovilidad de éstas, pasando a ser la disolución coloidal una suspensión homogénea.

Hemos contemplado la paradoja de ver un aerosol coagulado de completa transparencia, y que al ultramicroscopio mostraba sus partículas sin movimiento.

También realizamos el fenómeno dejando caer una gotita de ácido

sulfúrico sobre el borde del cubre-objetos en una preparación de hidrosol; al poco rato, cuando por difusión el ácido ha invadido todo el campo, las micelas pierden lentamente su movimiento hasta quedar inmóviles sin formarse coágulos. Este hecho curiosísimo sólo se realiza en determinadas condiciones de concentración poco comunes en la práctica.

Por el contrario, se da el caso curioso de llegar al coloide sólido. El secreto está en que las micelas en la masa sólida no pierden su carga eléctrica; y al ponerlas de nuevo en el mismo medio de dispersión que antes las dispersaba, se forma otra vez la disolución coloidal.

Estudiando Clavero el poder de coagulación de los iones en función de su valencia, ha encontrado la ley sencilla siguiente: «El poder coagulante de un ion monovalente, es al de un bivalente y al de un trivalente, como 1 es a 1'5, es a 2».

Estudios del doctor Clavero sobre el poder de coagulación de los iones

Ahora está investigando esa misma aptitud de los iones en función de su peso atómico. Para ello prepara disoluciones equimoleculares de los electrolitos cuyo influjo en la coagulación quiere medir. Dispone tubos de ensayo (4 por electrolito) y en todos ellos pone 2 c. c. de aurosol; en cada grupo de a cuatro reparte el electrolito correspondiente echando 0'5 c. c. en el primer tubo, 1 c. c. en el segundo, 1'5 en el tercero y 2 en el cuarto, completando después el volumen de líquido con agua hasta 6 c. c. en todos los tubos, al objeto de que la concentración del coloide sea la misma en todos ellos. Se tiene cuidado de anotar la hora al echar el electrolito en cada tubo. Luego al ultramicroscopio, se van haciendo observaciones hasta que las micelas se inmovilicen, y tomando nuevamente la hora se sabe el tiempo que en cada caso tarda en realizarse la coagulación, y se pueden comparar los resultados obtenidos a cuatro distintas concentraciones de electrolito.

También se ha encontrado que el poder protector de los cuatro estabilizadores, lysalbinato sódico, protalbinato, goma arábiga y gelatina empleados en aquel laboratorio, están en la misma relación que las siguientes potencias de dos: 2, 2², 2⁶ y 2¹⁰ respectivamente.

* * *

Asunto originalísimo es el proceso que se sigue en los hidrogeles de oro hasta llegar a la estructura cristalina.

Tomando como punto de partida un coágulo recién formado, puede observarse al ultramicroscopio, que por lo regular presenta el aspecto de una masa compacta y amorfa, que con el tiempo experimenta una especie de fraccionamiento y va reduciéndose a filamentos muy delgados, borrosos primero y apelonados, de modo que sólo en los bordes del coágulo se notan; el conjunto va poco a poco aclarándose, los filamentos se individualizan con lentitud, hasta que se ven perfectamente formando una

Cristalización

revuelta madeja. Al seguir evolucionando el coágulo los filamentos crecen en diámetro, algunos de ellos avanzando en el proceso más rápidamente, resaltan por su grosor sobre los demás, y cuando llega uno de ellos a cierto tamaño puede observarse, que el filamento está hueco y no es más que un tubo cuyas paredes tienen ya estructura cristalina. Llegada esta fase, se forma una especie de núcleo del cual parecen surgir los tubos cristalinos. La estructura cristalina de estas formas tubulares se comprueba con el microscopio polarizante.

Este tránsito al estado cristalino exige una concentración muy pequeña del hidrosol, y sólo se verifica cuando la fase dispersa ha desaparecido casi en su totalidad.

Microfotografía

Aprovechando la ocasión que se presentaba y con objeto de practicar la técnica de la microfotografía, hicimos varias negativas de coágulos filamentosos a exposición variable. En algún caso hubimos de buscar el campo en los bordes donde los filamentos formaban un conjunto de suficiente claridad, pues en el cuerpo del coágulo, aunque los hilos estaban bien determinados, era tal la compacidad del enredo que no dejaba pasar la luz.

En estos trabajos de microfotografía se cambia el ocular ordinario por el de proyección. Respecto a la iluminación, no debe emplearse el arco voltaico porque da rayos luminosos de dirección variable, y el cráter proyecta a veces sombras, no obteniéndose buen resultado. Nosotros operamos con la lámpara de 2.000 bujías intercalando en el trayecto de haz luminoso una lámina de vidrio deslustrado que homogeneiza la luz.

IV

Resistencia de un coloide; su medida

Se estudió lo referente a conductibilidad de coloides con el Sr. González Salazar, que trabaja en este asunto.

Las disoluciones coloidales conducen, aunque poco, la corriente eléctrica; y para averiguar esta conductibilidad, se mide la resistencia del coloide con un aparato a base del puente de Wheatstone con la adaptación de Kohlrausch, y una vez medida se calcula fácilmente la conductibilidad, puesto que ambas son inversas.

Se coloca el coloide en un vasito de forma adecuada que se intercala en el puente de Wheatstone. La forma del vaso es diferente, según la resistencia que opone al paso de la corriente el coloide en cuestión: si la resistencia es grande, los electrodos de platino sumergidos en el líquido habrán de estar próximos, y si es pequeña deberán estar alejados. Para prevenir estas circunstancias se construyen vasos de distintas formas. En general constan de un cuerpo central o recipiente donde se echa el coloide; en su parte inferior y en paredes opuestas están las láminas de platino que hacen de electrodos; por la parte exterior y partiendo del sitio donde

ESTUDIOS DE QUÍMICA BIOLÓGICA

están sujetos los electrodos ascienden dos tubos que se llenan del mercurio encargado de establecer el contacto entre los electrodos de platino y los alambres de cobre que traen la corriente, al sumergir éstos en el líquido metal.

Al efectuar la medida de la resistencia, el coloide ha de estar a temperatura determinada e invariable, lo cual se consigue sumergiendo el vasito que le contiene, convenientemente sostenido, en un baño de agua que mantenga constante la temperatura exigida. El baño en estas condiciones nos lo proporciona un termostato que regula la temperatura, modificando la entrada del gas que actúa como foco calorífico al arder. El regulador está fundado en que por elevarse o descender la temperatura, disminuye o aumenta la cantidad de gas al taparse o destaparse un fino tubo de conducción que termina cerca de una superficie de mercurio, el cual se dilata y contrae intensificado por las dilataciones o contracciones de cierto volumen de tolueno sobre el que gravita. Estos líquidos van dispuestos en un recipiente tubular de forma adecuada que se sumerge en el agua.

El termostato lleva, además, un agitador de paletas impulsado por un motorcito eléctrico y un termómetro que aprecia décimas de grado.

* * *

Conocida la resistencia de un coloide, se halla la conductibilidad por medio de la fórmula: $\text{Conductibilidad} = \frac{\text{Constante}}{\text{Resistencia}}$.

*Conductibilidad
de los coloides.
Estudio de la
constante*

La constante depende de la superficie y separación de los electrodos: será igual a 1 cuando la superficie de cada uno sea de 1 cm.² y estén ambos a 1 cm. de distancia; o más general, cuando el prisma de líquido por ellas determinado tenga 1 cm.³ de volumen.

Según esto, la constante, distinta en cada vaso, se puede determinar hallando la resistencia que en dicho vaso presenta un líquido de conductibilidad conocida. Lo que se aplica por la conveniencia de rectificar frecuentemente la constante.

Con objeto de que el contacto entre el líquido y los electrodos sea perfecto, se recubren éstos con negro de platino, y después de lavados perfectamente (1) se acaban de limpiar las últimas impurezas con toda escrupulosidad por el siguiente procedimiento: Se unen eléctricamente

(1) El platinado se lleva a cabo con una disolución de 3 gr. de cloruro platínico y 0'02 gr. de acetato de plomo en 100 gr. de agua. Puesto este líquido en el vaso, se hace pasar una corriente débil, cambiando los polos con cierta frecuencia, y el platino se deposita en los electrodos. Hecho esto, se lava el interior del vaso con ácido nítrico, después se verifica otro lavado con hidrato potásico y, por último, con agua sulfúrica, que puede servir para la operación siguiente.

con el mismo conductor los dos electrodos para que ambos actúen de catodo; se coloca sumergido en el líquido ácido que llena el vaso un anodo provisional, y al pasar la corriente, el hidrógeno desprendido, actuando en estado naciente sobre las superficies de platino, verifica una limpieza absoluta; y, por último, se hace pasar una corriente de vapor de agua bidestilada.

* * *

*Resistencia de un
paladiosol*

Operando en las condiciones descritas, determinamos la resistencia de un paladiosol al 0'05 por 1.000 de concentración; hicimos varias determinaciones, hallando en cada una el punto más exacto por medio de tanteos; calculamos el valor medio de todos los resultados; y hallamos que la resistencia del paladiosol era de 2.271 ohmios, operando en un vaso cuya constante era 0'07.

La resistencia, y por tanto su inversa, varían con el paso de la corriente en las disoluciones coloidales, y según una curva que casi siempre tiene un máximo o un mínimo. Una de las excepciones la constituye un aerosol estabilizado con gelatina.

También varían con la agitación que se le haya dado al coloide.

V

*Electrolisis en bi-
drosoles metálicos*

Hemos estudiado con el Sr. Bastero sus originales trabajos acerca de la electrolisis en hidrosoles metálicos, en cuyo caso presenta caracteres nuevos.

Se emplea con este objeto un voltámetro de dos ramas laterales en comunicación inferior con otra central, por donde se echa el coloide a experimentar. Cada una de las dos primeras termina por su extremo superior en una llave de salida; son delgadas en casi toda su longitud y están graduadas; las porciones inferiores más anchas son abiertas, y se cierran con tapones de caucho que sujetan los electrodos de platino.

Bien limpio el voltámetro, se llenó con paladiosol al 0'05 por 1.000, obtenido reduciendo el cloruro paladioso por sulfato de hidracina y estabilizado con lysalbinato sódico. Ya lleno, se establece la corriente, y se verifica una electrolisis muy lenta, puesto que sólo intervienen los escasísimos iones que da el agua. Luego se nota una coloración más oscura del líquido alrededor del anodo por disponerse la fase dispersa, bajo la acción de la corriente, en las proximidades del electrodo.

Siguiendo la marcha del fenómeno se observa, a medida que en el anodo va depositándose paladio, que el volumen de oxígeno recogido sobre el mismo electrodo aumenta más deprisa que el de hidrógeno recogido sobre el catodo, y no sólo no guardan la relación ordinaria, sino que

ESTUDIOS DE QUÍMICA BIOLÓGICA

el volumen ocupado por el oxígeno llega a ser doble próximamente que el del hidrógeno. Llegados a este punto, se invierte el fenómeno; la cantidad de oxígeno apenas crece, mientras que la de hidrógeno sigue aumentando en la misma proporción de antes y llega a igualar a aquélla, la sobrepuja, se hace doble, y aún continúa creciendo, obteniéndose al final un volumen de hidrógeno que a veces es seis veces mayor que el de oxígeno. El platino, que actúa de anodo, queda ennegrecido por el depósito de paladio en él formado.

La explicación de estos hechos es la siguiente: al depositarse las micelas en el electrodo positivo, no sólo pierden su carga eléctrica, sino que también dejan en libertad el oxígeno que adsorbieron al formarse, el cual se une al obtenido por electrolisis del agua, rompiendo aparentemente la proporcionalidad que siempre existe entre los elementos de ésta.

Ahora bien; es cosa sabida que el paladio muy dividido ocluye los gases en gran cantidad. Pues cuando el depósito metálico sea bastante grande, el oxígeno que debía desprenderse será ocluido y con mayor intensidad a medida que el fenómeno adelanta en su curso; entonces tiene lugar el efecto anteriormente explicado.

Si el coloide se obtiene con hidrato de hidragina en lugar de sulfato, la micela adsorbe menos oxígeno, y al verificar la electrolisis, el volumen que de este gas se recoge es menor.

La electrolisis del hidrosol de paladio tuvo lugar lentamente durante 8 días, a 80 voltios y 5 diezmilamperios.

VI

En una disolución coloidal se mantiene el equilibrio, evitándose la coagulación, por la repulsión que se establece entre las micelas, debida a la carga eléctrica del mismo signo de que todas están dotadas. Creyóse primero, que esta carga se originaba por el frotamiento de las micelas con el medio de dispersión; pero no pareciendo suficiente esta explicación, actualmente se atribuye el origen de la carga eléctrica a los iones incorporados a la micela por el poder adsorbente de ésta. Resulta, pues, que en un coloide la electricidad desarrollada en las micelas por los iones adsorbidos, está equilibrada por la de signo contrario de los iones sobrantes que permanecen en el líquido formando una capa eléctrica alrededor de cada complejo micelar. De esto se deduce teóricamente: que si dispusiésemos de un medio de dispersión que no ejerciera acción ninguna sobre las partículas en él dispersas y que en absoluto careciese de iones, dichas partículas permanecerían neutras y serían indiferentes a la acción de la corriente eléctrica.

*Carga eléctrica
de las micelas*

Cuando se rompe el equilibrio electrostático de una disolución coloidal por medio de la corriente establecida entre dos electrodos, se verifica el

*Transporte
eléctrico*

fenómeno del transporte eléctrico, del cual puede hacerse un estudio macroscópico o bien otro ultramicroscópico. Por el primer procedimiento, se observan los fenómenos ya indicados al tratar de los trabajos del doctor Bastero sobre la electrolisis en disoluciones coloidales.

Hemos hecho las observaciones ultramicroscópicas, poniendo en práctica el método de Cotton y Mouton, perfeccionado en aquel laboratorio. Consiste en sujetar sobre el porta a ambos lados del cubre objetos de una preparación, dos laminillas de platino que actúan de electrodos. El porta objetos lleva consigo un sencillo dispositivo que permite cómodamente sujetar los electrodos y establecer el contacto entre éstos y los conductores de la corriente. Las láminas de platino no penetran bajo el cubre-objetos, y así se evita que los gases originados queden en la preparación formando burbujitas que lleguen a impedir la observación del fenómeno, como sucedía en el método primitivo. El contacto del coloide y los electrodos se efectúa con el mismo líquido que sale fuera del cubre-objetos.

Observaciones

De este modo dispuesta la preparación, observamos el bonito fenómeno del transporte eléctrico en varios coloides. Vimos cómo, en la mayoría de los casos, al establecer la corriente, se orientan las micelas y marchan casi todas hacia un polo, y las restantes hacia el otro. Hay veces en que estas segundas escasean, y otros casos en que son tan numerosas como las primeras, aunque luego la mayor parte coagulen junto al mismo electrodo. Cuando llegan a las proximidades de éste, unas se fijan empezando a formar coágulos, otras se desvían y parten en dirección contraria a la que trajeron; ya se reúnen originando un grupo en medio de una agitación desordenada; ya forman caprichosos remolinos girando rápidamente en torno del mismo punto y con tanta mayor violencia cuanto mayor es la diferencia de potencial establecida.

En otra preparación dimos con un campo en el que las micelas, como si estuvieran desorientadas, volvían sobre su camino repetidas veces y con rapidez, hasta que, saliendo de esa región, se dirigía sin titubeos al polo correspondiente.

Vimos un caso original en que una vez formados los coágulos especiales que se obtienen por la acción de la corriente, las micelas pasaban disparadas por entre ellos cambiando repetidamente de dirección al golpearlos, verificando una especie de bombardeo.

En esta clase de experiencias no deben emplearse coloides viejos, porque en general tienen pocas micelas. Tampoco los obtenidos por vía química, si se quiere estar seguro de que los fenómenos observados no están influidos por los iones que en gran cantidad siempre llevan estos coloides.

VII

Hemos visto ya la coagulación producida en los dispersoides por la adición de electrolitos, debida a la compensación de la carga eléctrica de las micelas con la de los iones añadidos, dando por resultado la formación de partículas eléctricamente neutras que no repeliéndose ahora, sino al contrario, atrayéndose, se acumulan y dan lugar a otras mayores que se depositan; pero también puede tener lugar la coagulación al variar el medio de dispersión, cuando el nuevo medio producido es incapaz de mantener dispersa la fase sólida del sistema, y entonces ésta, por aglomeración sucesiva de sus partículas, después de roto el equilibrio, se deposita.

Medios de coagulación

Ambos casos tienen sus análogos en las disoluciones ordinarias o déspidos, cuando se provoca la formación de un precipitado bien por una reacción iónica, bien por variación del disolvente cuando el cuerpo disuelto es insoluble en el nuevo líquido.

Esto último es lo que pasa, por ejemplo, cuando se trata una disolución acuosa saturada de carbonato sódico con alcohol. El medio hidroalcohólico formado no disuelve el carbonato, y éste se deposita y llega a cristalizar pasando antes rápidamente por los estados de disolución sobresaturada, disolución coloidal y suspensión. Transformación que a veces puede seguirse con el ultramicroscopio, y que demuestra la relación y continuidad de esos estados en que puede presentarse la materia sólida.

Cambio de medio de dispersión

* * *

Que las micelas se nutren y que verifican este fenómeno a expensas de los iones del líquido que las mantiene dispersas, lo vimos demostrado en el caso de los aurosoles; pero se demuestra más rápidamente y de una manera concluyente en el experimento que sigue: Al poner en contacto una disolución de cromato potásico con otra de nitrato de plata, ya se sabe que se forma el precipitado rojo correspondiente; pero operando con disoluciones diluidísimas, el cromato de plata no se precipita y queda en estado coloidal. Haciendo observaciones al ultramicroscopio, puede verse como añadiendo poco a poco iones (NO_3Ag) al coloide las micelas van nutriéndose, creciendo, y cuando se rompe el equilibrio por la agregación sucesiva de iones, llegan a formar cristalitas suficientemente pequeños para que la energía cinética del medio, actuando sobre ellos, les comunique cierto movimiento análogo al que presentan las bacterias.

Coagulación por los iones; nuevas experiencias

Fenómeno es éste que se presta a falsas interpretaciones acerca de la causa del movimiento de dichos seres. Lo mismo puede decirse respecto a algunas formas globulares y amiboideas que parecen hasta reproducirse,

y que se obtienen al variar el medio de dispersión de ciertos coloides en determinadas condiciones.

* * *

Experiencia interesante con dicromato potásico

Otra experiencia interesantísima hicimos acerca del mismo asunto. Consiste en añadir a un volumen determinado de disolución decinormal de dicromato, otro igual de alcohol de 37°; y al cambiarse el medio acuoso en hidroalcohólico, donde el dicromato ya es menos soluble, expuesto el conjunto a la acción de la luz, el sistema evoluciona (1) pasando la fase sólida que se forma por todos los grados de dispersión que caracterizan a los distintos estados dispersos.

Hecha la mezcla de dicromato y alcohol con luz escasa, y haciendo una preparación de ella al ultramicroscopio, se observa durante un momento el campo ópticamente vacío; pero enseguida, la luz concentrada del aparato de iluminación deja sentir su acción y aparecen, como si brotasen de la nada, pequeñas micelas de vivos movimientos, que aumentan en diámetro, y al crecer su agitación se calma; se acumulan quedando inmóviles y empiezan a formar coágulos que se definen, toman cuerpo y cristalizan. El fenómeno sólo se realiza en el pequeño espacio iluminado; así es que, variando el campo, se vuelve a contemplar; y luego al quitar la preparación se ven sobre el porta-objetos, como circulitos blanquecinos, los sitios donde se ha verificado la transformación.

Continuidad de los sistemas dispersos

Los sistemas dispersos son, pues, una serie, un tránsito continuo, análogo al de los estados físicos de la materia. En las disoluciones iónicas, en aquéllas cuyas partículas dispersas son las más pequeñas, constituyendo el mayor grado de dispersión que se conoce, pueden éstas nutrirse, crecer, pasando al estado molecular; luego estas moléculas se polimerizan hasta que llegan a constituir pequeñas micelas, y el disperso o disolución verdadera, pasa a dispersoide o disolución coloidal. Las micelas siguen nutriéndose, aumentan de tamaño y pierden su movimiento browniano pasando a partículas, y el sistema a suspensión.

VIII

Diastasas

En el último día el Sr. Llanas nos explicó sus trabajos sobre diastasas, y vimos al ultramicroscopio, preparaciones hechas con dos caldos de cultivo por él obtenidos.

Invertasa

La diastasa que estudia, es la invertasa obtenida de la levadura pte-

(1) El fenómeno químico que tiene lugar no está definitivamente explicado. Se supone que el dicromato transforma el alcohol en aldehído, el cual obrando por su poder reductor provoca la formación de tricromato insoluble.

neciente al grupo de las que producen con la intervención del agua, en virtud de su poder hidrolizante, un desdoblamiento molecular. Por esto se las llama hidrolasas.

Se obtiene desecando la levadura con papeles de filtro hasta que adquiere un aspecto arcilloso; luego en 100 partes de ella, con 10 de acetato sódico finamente pulverizado, se destrozan las células rasgando sus membranas resultando una mezcla de diastasa con trozos de membrana celular o elementos figurados, que se separan por ultrafiltración.

Obtención

Los ultrafiltros no son más que los filtros ordinarios impregnados de gelatina y desecados convenientemente.

El líquido protoplásmico o diastasa necesita estar, para que pueda funcionar, en caldos apropiados que se guardan en matracitos Pasteur adecuados para el caso; los cuales, así como todo el material que se necesite, han de guardarse y manejarse con la mayor asepsia posible, porque la invertasa se altera con gran facilidad. Es opalina y de naturaleza coloidal; debe conservarse en sitio fresco y oscuro.

Condiciones en que debe estar la diastasa y partes que se distinguen

En estas sustancias procedentes de células vivas, capaces de producir por catalisis fenómenos químicos en los que la materia transformada interviene en gran cantidad, y que llamamos catalizadores bioquímicos o diastasas, admite Bertrand dos partes que se complementan y juntas dan lugar a aquellos interesantes casos de catalisis. Una parte, la mayor, recibe el nombre de materia complementaria activante; y la otra, principio complementario activo. La primera no es más que un soporte orgánico coloidal; la segunda es un principio mineral, que se consideró como impureza en la diastasa, y que precisamente en él reside el poder catalítico del conjunto. La diastasa es, pues, según Bertrand un coloide orgánico que por adsorción ha incorporado iones.

Bertrand trabajó con una oxidasa denominada lacasa, que obtuvo del látex del árbol de la laca, y siempre la encontraba acompañada de pequeñas porciones de manganeso. Entonces operó de intento con lacasas de distinta riqueza en manganeso, y observó que el poder catalítico aumentaba o disminuía con la cantidad de este metal, comprobando así la opinión antes expuesta. Lo mismo ha sido confirmado por el Sr. Rocasolano estudiando la fijación del nitrógeno atmosférico en los vegetales, haciendo intervenir pequeñas cantidades de manganeso y otros metales.

Compruébase dicha asección en nuestro caso, separando por dialisis las dos partes constituyentes de la invertasa, y se observa efectivamente que efectuada la separación en la mayor proporción posible, el poder de inversión disminuye considerablemente. El mecanismo de esta operación consiste en que eliminándose primero los iones existentes en el medio de dispersión, se rompe el equilibrio entre éste y el complejo micelar, cediendo la micela gran parte de los iones que integran su complemento activo, cambiando en último término de composición.

Variaciones en el poder catalítico.

También desaparece el poder catalítico «electrocutando» la invertasa,

lo cual ratifica la teoría de Bertrand, pues sabida es la influencia que la corriente eléctrica ejerce sobre el coloide y los iones adsorbidos, acción que equivale a la destrucción del compuesto diastásico.

No hay, pues, que extrañar la modificación del poder catalítico de las diastasas por la adición de coloides; observándose, que durante tres horas próximamente después de la adición, entorpece la acción catalítica; pero luego, como si la diastasa se hubiese ido adaptando a las nuevas condiciones, no sólo no retrasan aquéllos la catalisis, sino que la aceleran.

Potencia catalítica de la invertasa

Se determina la potencia catalítica de la invertasa, con una disolución de sacarosa al 10 por 100, a la que se añade 0'5 c. c. de ácido acético, por cuya acción se verifica ya la inversión lentamente. Al añadir a este líquido 1 c. c. de invertasa, el fenómeno se acelera y se realiza en un solo día; con 2 c. c. de invertasa se hace la operación en la mitad de tiempo. Es decir, que la velocidad en la inversión es proporcional a la cantidad de invertasa añadida.

Con líquido Fehling se hacen las correspondientes volumetrías para saber la marcha de la operación.

Los iones modifican también el poder catalítico según su valencia y su peso atómico.

Influencia de la valencia

Para observar la influencia de la valencia de los iones, se preparan disoluciones equimoleculares de varios cationes monovalentes, bivalentes, trivalentes... que pertenezcan al mismo género salino, cloruros por ejemplo, para que la influencia del anion sea igual en todos los casos, y puedan saberse las diferencias producidas por los cationes. Se añaden cantidades iguales de estas disoluciones preparados, a volúmenes también iguales de una disolución de sacarosa en las condiciones antes dichas, y se halla como resultado, después de las mediciones consiguientes, que los cationes monovalentes aceleran la inversión; que los bivalentes la retardan, y que los trivalentes la retardan más.

El peso atómico

Por un procedimiento análogo, se llega a averiguar el influjo de los pesos atómicos, resultando que a medida que el peso atómico aumenta, el poder catalítico disminuye.

Si aquella cantidad de ácido acético añadido que inicia la inversión, se hace doble, la catalisis se retarda cuando la diastasa está recién obtenida; y no cumpliéndose esta última condición, la catalisis se acelera.

Fenómeno curioso

Antes de dar la razón de este hecho, estudiemos un fenómeno que nos ayudará a resolverlo.

La disolución aludida de 200 c. c. de sacarosa con 0'5 c. c. de acético y 1 c. c. de invertasa, no experimenta la transformación estudiada cuando se le añade amoníaco. Sabido es que la disolución amoniacal contiene los iones $O H'$ y $N H_4''$: luego a uno de ellos o a los dos será debida la paralización.

Pero si en lugar de esa disolución añadimos otra de cloruro amónico, la hidrólisis se verifica: luego el ion $N H_4''$ queda descartado. Sólo queda

el OH' como causa de la paralización, y para demostrarlo no hay más que producirla con disolución de sosa.

Ahora bien; la porción complementaria activante de la invertasa es de naturaleza compleja, proteica o albuminoidea, y produce con el tiempo, por regresión, compuestos de función alcalina que retardan o impiden la acción de la diastasa. Por esto también el ácido acético, sobre invertasa vieja, neutraliza esos compuestos favoreciendo la hidrólisis.

Con el estudio de las diastasas se ha logrado demostrar que muchos de los incomprensibles fenómenos vitales, tenidos siempre como característicos de la materia viviente y por lo mismo inaxequibles, no son más que trabajos diastásicos que ya van entrando en la categoría de químicos, y particularizando más, pertenecientes a la química de los coloides. Y en vista de las propiedades de éstos, de que pueden reconocerse funciones elementales de vida en la micela, ¿cómo no pensar en ésta como unidad bioquímica que, llegando a formarse un plasma, cultivo o como quiera llamarse, dé lugar a la célula, no ya como la unidad hasta ahora considerada en biología, sino como individuo?...

*La micela unidad
química*

Terminada en el apartado anterior la exposición de lo estudiado, visto y observado por los que suscriben, en el laboratorio bioquímico de Zaragoza, sirvale de cierre el profundo agradecimiento de éstos hacia cuantas personas hubieron de dispensar a los expedicionarios valencianos toda clase de atenciones.

Gratitud

Por último, y sin que se traduzca por lisonja, el reconocimiento más ferviente a nuestra Universidad levantina, con su profesorado de Ciencias, por la iniciativa y acuerdo de la expedición, recayendo, como es de justicia, el éxito de ella, en esta Memoria simbolizado, en el insigne maestro, Dr. Bermejo y Vida.