

15/B

complet

ANALES

DE LA

ASOCIACIÓN DE QUÍMICA Y FARMACIA

DEL URUGUAY

SUMARIO

	<u>Págs.</u>
GARESE R.: Micro-análisis	3
PELUFFO P.: Contribución al estudio de la destrucción de las materias orgánicas en vista de la investigación de tóxicos minerales. Nueva técnica.	28
LINDMAYER E.: ¿Cómo se explica el fenómeno de la elasticidad?	32
JULIÁ E. R.: Sobre « Anticuerpos ».	38
Notas presentadas al Consejo de Salud Pública y a la A. N. C. A. P.	52
Debe llevarse nuevamente control de la codeína, dionina y papaverina	57
Bibliografía	58

Toda la correspondencia debe ser dirigida a la Asociación de Química y Farmacia del Uruguay, calle Ejido, 1589.— Montevideo.

MONTEVIDEO
 Imprenta Artística, de Dornaleche Hnos.
 Calle Cerro Largo, 783-785
 1933

¿Cómo se explica el fenómeno de la elasticidad?

Por EUGENIO LINDMAYER

El fenómeno de la elasticidad no es la propiedad sólo de algunas materias; hasta cierto grado, todos los cuerpos presentan este fenómeno. Las substancias de los cuerpos vivientes; las fibras de los músculos, como la gelatina preparada de los tejidos animales; las fibras de las plantas, como el celuloide, derivado de la celulosa — materia común del reino vegetal, — son todas elásticas. Los cuerpos inorgánicos presentan el fenómeno, aunque en la mayoría de los casos en grado tan pequeño, que son registrables únicamente con instrumentos de laboratorio muy sensibles. El vidrio rígido y frágil, elaborado en filamentos finísimos, puede ser doblado como un alambre de acero, sin sufrir deformación permanente o rotura.

Entre todas las materias conocidas, el caucho natural propiamente elaborado, es el que posee en mayor proporción la propiedad elástica, y sobre todo en el estado debidamente vulcanizado. Un trozo de este caucho es estirable a varias veces su largo original, recobrando la forma primitiva instantáneamente al cesar la fuerza estiradora. Debe su gran importancia industrial alcanzada en nuestros días a esta propiedad elástica excelente y única. La producción mundial de caucho crudo ha llegado a 700.000 toneladas anuales, que representan más de 2 millones de toneladas anuales de caucho elaborado.

El fenómeno de la elasticidad ha llamado siempre la atención de los sabios, y a la par del desarrollo industrial vertiginoso de la goma, mayor número de físicos y químicos dedicó su atención a esta valiosa materia, tratando de descubrir su estructura, clave de la propiedad elástica. Muchas teorías han sido fundadas al respecto, pero ninguna de ellas ha tenido aceptación, por carecer de confirmación científica.

Hacia los fines del siglo pasado, el físico Joule, investigando sobre la influencia del calor en los diferentes ma-

teriales, hizo un curioso descubrimiento. Observó que el caucho, al ser estirado, se calienta, siendo este fenómeno inverso al que presentan los metales, que se enfrían al ser estirados. Llámase este fenómeno, desde entonces, el "efecto Joule", que aumentaba aún el misterio que rodeaba al caucho.

En el año 1924, el físico holandés Katz, hizo otro descubrimiento importante. En una serie de investigaciones sobre sustancias coloidales, sacó radiografías de diferentes trozos de caucho natural. Uno de los trozos era algo grueso, y para facilitar la penetración de los rayos X a través de su material, estiró el caucho y obtuvo así la fotografía. Al revelar las películas, vió con sorpresa que, mientras todas hacían ver la imagen que presentan las sustancias amorfas, el trozo de caucho estirado presentó la imagen que suelen dar los cuerpos cristalizados. La sorpresa fué grande. El ensayo ha sido reproducido con otra serie de muestras y estudiado detenidamente. Verificóse entonces, que todos los tipos de caucho se presentaron en estado natural, como amorfos, y estirados, como cristales. La intensidad de la imagen del cristalino guarda proporción con el grado de estiramiento, siendo más completa en el punto de ruptura.

Quedó revelado así el secreto del "efecto Joule" y de la elasticidad. Porque al estirar el caucho, sucede que forzamos un cuerpo amorfo en el estado cristalino, volviéndose el caucho en el estado amorfo, al encogerse de nuevo. En este sentido, la elasticidad no es otra cosa que un cambio de estado del material entre el cristalino y amorfo.

Los cuerpos amorfos difieren de los cristales en que carecen de forma geométrica definida; toman las formas que se les dan. El vidrio, la resina o la brea, al romperse, no dan fragmentos de planos bien definidos; carecen de estructura propia. El físico alemán Hock, ha demostrado que un trozo de caucho enfriado en aire líquido y sometido a golpes en la fragua, se desmenuza como el vidrio, mientras un trozo de caucho bien estirado y enfriado a temperatura muy baja, a golpes de martillo se desmenuza en fibras paralelas colocadas en el sentido del estiramiento.

Los líquidos se asemejan a los cuerpos sólidos amorfos, en que no tienen forma definida y sus radiografías son también idénticas. Al helarse un líquido, por ejemplo, el

agua, se produce una cantidad considerable de calorías. Al estirarse el caucho, también se produce calor, al par del fenómeno de cristalización. Por eso, en sentido físico, el caucho no se considera como un cuerpo sólido, sino como un líquido de enorme viscosidad. A temperaturas muy bajas el caucho se vuelve duro y frágil, es decir, sólido. Así, el caucho estirado no puede ser considerado como un cristal, porque los cristales verdaderos son cuerpos sólidos. El caucho estirado es un cuerpo líquido-cristalino.

Esta definición parece ser novedosa; sin embargo, conocemos ya centenares de sustancias que en temperatura normal toman el estado líquido-cristalino. La colessterina, que tan importante papel tiene en el equilibrio de la salud del cuerpo humano, fué la primera sustancia reconocida como un líquido, que puede considerarse también como un cristal. Lehmann y Vorlander son los eminentes sabios a cuyos nombres se ligan nuestros primeros conocimientos sobre este interesante estado de la materia.

La aplicación de los rayos X ha sido un valiosísimo instrumento en las recientes investigaciones sobre los cuerpos coloidales. Los círculos Debye-Scherrer que se obtienen sobre masas cristalinas no homogéneas, han sido obtenidos sobre albúminas y sobre cauchos helados en el estado amorfo. La gelatina es refractaria a la luz, como sucede con el caucho. Los metales se aproximan en su estructura a los cristales, y, al ser estirados, se enfrían, porque se alejan de este estado hacia el estado amorfo.

Fijemos un trozo de goma de honda en un extremo y carguémoslo en el otro extremo con un peso: la goma quedará estirada. Si sometemos esta cuerda a la influencia de calor y frío alternativamente, el caucho subirá o bajará su carga respectivamente. Wiegand, ingeniero americano, construyó un mecanismo bajo este principio, que no es otra cosa que la aplicación del "efecto Joule" para hacer mover el caucho. Este mecanismo es un modelo primitivo de un ser animal. Llegamos así, con el estudio de la elasticidad, a la puerta de los problemas más profundos, los de la propia vida; el funcionamiento de los músculos y órganos de los seres vivientes.

Nos detenemos en esta puerta y volvemos nuestra mirada hacia la química.

Quedó revelado — hace tiempo ya, — que las moléculas de muchas sustancias del cuerpo vivo, animal o vegetal,

son muy grandes y las llamamos macromoléculas. En el ultramicroscopio se presentan estas sustancias ante nuestros ojos en forma de micelas. Llámase micelas a fibrillas infinitamente pequeñas, finas y largas, como hilos, agujas o bastoncitos. Los tejidos del cuerpo humano están tejidos de estas micelas. Un conglomerado de ellas da un cuerpo amorfo o coloidal. Estos cuerpos dan en primer estado de disolución, jaleas, y aun más disueltas, emulsiones o suspensiones, soluciones coloidales. En la química orgánica pertenecen a las olefinas, donde los átomos de carbono se ligan entre sí formando una cadena abierta. Así las macromoléculas resultan de una forma geométrica idéntica a las micelas que forman; como las fibras de algodón o lana dan el hilo.

La química de los coloides se inclina a creer que las macromoléculas pueden ser tan largas, que vencen varias veces la distancia entre los centros de las mismas. Estas moléculas informes disminuyen la posibilidad de una cristalización espontánea — cosa común de todas las sustancias de moléculas chicas, — no pudiendo las moléculas moverse y ponerse en orden con facilidad y la sustancia resulta ser un líquido de gran viscosidad, un líquido cristalino o una masa sólida en estado amorfo.

El químico alemán Harries logró en gran parte descubrir la fórmula del caucho, aunque no en su totalidad; pero sus trabajos, perfeccionados aún por el profesor Staudinger y otros sabios, dejaron ver que en el caucho, también las moléculas presentan cadenas muy largas y abiertas, pudiéndose considerar las moléculas de forma de una aguja o bastón.

Puede considerarse, entonces, que al estirar un trozo de caucho, las moléculas pasan del estado desordenado a una paralelización entre sí. Así queda explicado, también, el cambio de densidad, siendo el caucho estirado de mayor peso específico que el natural; fenómeno que ha sido demostrado por Feuchter y otros químicos.

Podemos preguntar todavía el por qué del fenómeno de la elasticidad. ¿Por qué no queda el caucho estirado en la forma alargada, es decir, por qué no queda conservado el estado cristalino-líquido? Tenemos el medio para asegurar esto. La elasticidad tiene sus límites de temperatura. Una tira de caucho bien estirado y enfriado a baja temperatura, no se ve cambiar de forma hasta no ser ca-

lentado otra vez. El frío siempre ocasiona una asociación de las moléculas y la elasticidad es la propiedad de una substancia de moléculas de forma y largo definidos. La disminución de la densidad del caucho al estirarse es fácil de explicar. En una cajita caben mayor cantidad de fósforos en forma ordenada que desordenados. El caucho estirado es un caucho comprimido y el fenómeno es inverso. El caucho puede ser estirado por compresión, lo que ocurre en las fábricas de goma bajo los rodillos de la calandria, bajo las prensas o en la trafila.

Después de ser comprimidos los gases, éstos recobran su densidad primitiva al cesarse la fuerza, operando encima de las temperaturas críticas correspondientes. **La elasticidad es un caso de compresión de una substancia y la elasticidad del caucho es el caso de compresión de un líquido.**

Hay otro factor importante que influye en el estado elástico del caucho, y es la homogeneidad o pureza. El caucho natural siempre contiene impurezas en pequeñas cantidades, como albúminas, resinas, minerales, etc. El profesor alemán Pummerer logró, tras paciente trabajo, purificar el caucho en tal grado, que la masa volvió del estado líquido al estado líquido-cristalino, y pudo aislar de una disolución con éter sulfúrico algunos cristales bien definidos. Lo mismo sucede con los metales: los de mayor pureza son los menos elásticos. La elasticidad del acero, en contra de la pequeña elasticidad del hierro, es originada por el carbono contenido, que hace más heterogénea la substancia y la empuja más hacia un estado amorfo. El azufre, en el caucho vulcanizado, obra en semejante sentido, hace el estado líquido-cristalino menos estable y define el sistema heterogéneo y con esto el estado amorfo o coloidal.

El acero no es solamente más elástico que el hierro, varía su resistencia y su comportamiento en el campo magnético. Los mecanismos vivientes, como el cuerpo humano, no regulan sus funciones por cambios de temperatura, sino por magnetismo, por electricidad. Es bien conocida también la propiedad eléctrica del caucho y del agente vulcanizador: azufre. Ambos son dieléctricos, como el vidrio, y en contacto con los metales obtienen carga negativa. Una emulsión de caucho con agua, como el látex, la leche natural de los árboles gomeros, presentan el mismo fenómeno.

Todas las partículas pequeñas de caucho están cargadas de electricidad negativa, que impide la unión de las partículas. Podemos suponer que en un trozo de caucho, al ser estirado éste, las moléculas obtienen una carga eléctrica. No tenemos medio para comprobar cómo influye la electricidad en los fenómenos elásticos. Tampoco nos podemos explicar la electricidad en sí. El campo de acción de la electricidad reside en los átomos; todo un mundo imaginario de universos con sus electrones como planetas. Hasta que las cosas de ese mundo no nos sean sabiduría común, no podemos penetrar más en el fenómeno de la elasticidad. Nos basamos sobre los experimentos, y al explicar la elasticidad del caucho, nos limitamos a verificar que:

La elasticidad del caucho es el fenómeno que se presenta al ser comprimido este cuerpo en temperatura normal, cosa que se consigue estirando el material, que ocasiona la paralelización de las moléculas, que deben tener una forma alargada.