

El pensamiento humano sospechó siempre que la constitución de la materia que nos rodea, y aun la propia naturaleza de los seres vivos, había de estar constituida por piezas sencillas e inmutables que, al acoplarse de modo distinto, habían de hacer surgir las distintas manifestaciones de la vida.

Las opiniones de Demócrito y Epicuro, recogidas en versos armoniosos por Lucrecio, nos han sido conservadas a través del tiempo, y seguramente sus atisbos filosóficos han constituido un cuerpo de doctrina que ha sido perfeccionado por la experiencia y depurado de errores a través del tiempo.

Pero asombra leer el siguiente cuadro, trazado sesenta años antes de Jesucristo (1): "En fin, todos hemos salido de una semilla venida-del cielo; el éter es nuestro padre común; de él la tierra, nuestra madre y nodriza, recibe las claras gotas de la lluvia fecunda, y así engendra las rientes mieses, los árboles vigorosos, el género humano y todas las especies salvajes, puesto que a todos proporciona los alimentos que les permiten nutrirse, llevar dulce existencia y propagar su especie; por ello merece el nombre de madre. Todo lo que sale de la tierra vuelve a ella, y todo lo que emana de las regiones etéreas al cielo vuelve; la muerte no destruye los cuerpos al punto de destruir los elementos; no hace sino disolver su unión. Además forma otras combinaciones y hace de suerte que todas las cosas modifican su forma y cambian sus colores, adquieren la sensibilidad y la devuelven en un instante, lo que demuestra de cuánta importancia son para los mismos átomos las combinaciones, las posiciones y los movimientos que se imprimen entre sí... Y es así en los cuerpos mismos, que en los elementos (intervalos, pasos, ensamblados, peso, choque) los encuentros, movimientos, orden, posición, figura, cambian, y los cuerpos deben cambiar también."

Los adelantos científicos realizados en veinte siglos nos colocan en posición filosófica parecida. Pero la gran incógnita de la vida ha dejado traslucir leyes fijas que permiten trazar un cuadro, si no distinto en su forma, por lo menos más concreto en sus detalles.

LA BIOSFERA

Los fenómenos vitales se realizan en un espacio que en su sentido más estricto la geofísica distingue en nuestro planeta como una región limitada desde los 800 metros de las profundidades oceánicas hasta unos 3,800 metros de altitud; se comprende en ella parte de la atmósfera, litosfera e hidrosfera, donde la presión es aproximadamente de unos 76 cm. de mercurio, la temperatura oscila entre más o menos 50°, la composición de la atmósfera es constante la fuerza de la gravedad oscila entre límites bastante estrechos. Y la humedad está asegurada por el régimen de lluvias. Toda la zona descrita se encuentra sometida a radiaciones luminosas, caloríficas y cósmicas, que no han debido variar sensiblemente desde miles de años (2).

La biosfera resulta un inmenso proteo cuyas manifestaciones vitales renacen constantemente en un maravilloso equilibrio de magnitud geológica; considerada en conjunto es la ubre que nutre a un tiempo los fenómenos vitales y aquellos otros de signo contrario que constituyen la muerte; a materia viva, confinada en un espacio limitado, acumula energía solar e influye sobre el medio de tal modo que la materia mineral se pone en movimiento al servicio de los seres vivientes, pasando de unos a otros para luego mineralizarse lentamente, para volver al cabo de un tiempo a entrar nuevamente en el torbellino de la vida.

La vida resulta así un fenómeno cósmico y terrestre; los seres vivientes se desarrollan y reproducen en el tiempo con tendencia a ocupar el máximo lugar en el limitado espacio de la biosfera, a no ser que cualquier causa externa se oponga a su desarrollo. Fundamentalmente son dos: el área habitable que en los vegetales autótrofos depende de la superficie que puede invadir, y para los animales el espacio necesario para alimentarse. La segunda, la respiración, necesidad imperiosa de todo ser viviente, influye netamente otorgado a cada ser su parte de oxígeno, de cual se deduce que de la cantidad que cada especie puede apropiarse depende su propagación y reproducción.

Opone la biosfera a los seres vivos las inexorables leyes de la adaptación al medio y la lucha por la vida, eternos reguladores de la especie; ésta se plantea en grados de asfixia y necesidad de agua, luz y calor, distinta para cada especie, manteniéndose un equilibrio en que los números máximos de individuos lo

determina su tamaño y capacidad reproductora: el impulso vital queda frenado por el imperio del medio ambiente.

En tanto la tierra está húmeda, la vida se mantiene sobre ella. Como agente universal de unión y transformación, el agua actúa en la litosfera destilando en el inmenso alambique de los trópicos para condensarse en las altas zonas de la troposfera; los meteoros acuosos aseguran su circulación superficial y freática, sirviendo de mansión para la vida lacustre, fluvial y marítima. En su complejo recorrido hacia el mar se carga de iones y de partículas de materia orgánica en suspensión. El agua de los ríos es una resultante del trabajo químico de los suelos que influyen en su composición. De la misma forma, la composición del agua del mar depende del trabajo químico de la litosfera.

Al llegar a los estuarios, tanto las sales disueltas como la materia orgánica en suspensión sufren nuevas transformaciones; las películas submarinas litorales alimentan un mundo viviente adaptado a las condiciones de la hidrosfera, que las aprovecha, y la fermentación anaerobia se encarga de mineralizar los últimos restos. El mismo camino siguen los desechos de las formaciones sargácicas y la inmensa lluvia de plancton que alimenta los léngamos de las profundidades submarinas.

En las manifestaciones vitales lacustres, fluviales y marítimas, influye el acceso de los rayos solares, de modo que en su ausencia la vida vegetal se dificulta en gran manera, cesando en cuanto dejan de absorberse los últimos rayos del espectro: la temperatura determina una mayor polimerización del agua, que modifica su desarrollo; así, el agua de deshielo es más adecuada para la producción de plancton, como factor decisivo de concentración de vida animal.

Sobre la litosfera existe una capa vital continua, cuya altura oscila entre unos cuantos milímetros y unos 5° metros, en donde la vida del mundo verde se presenta en toda su pujanza; sólo está ausente en la cima de las más altas montañas o en extensiones desérticas que no rebasan en conjunto el 10 % de la superficie terrestre. Considerada la intromisión en la atmósfera de los vegetales en su lucha por la luz, debemos añadir que la invasión en la litosfera no pasa muchas veces de unos milímetros, llegando otras hasta unas decenas de metros.

La función clorofilica' aparece como patrimonio de los seres autótrofos, que utilizan este medio para sintetizar los materiales que necesitan para su existencia, partiendo de los gases contenidos en la atmósfera y los compuestos minerales de la poco profunda capa terrestre que ocupan. La función clorofilica es también patrimonio de muchos seres adaptados a la vida fluvial, lacustre y marítima. La universalidad del mundo verde permite la formación de sabanas, bosques, acumulaciones sargácicas, planctónicas, fluviales y lacustres, en cuyo ambiente se desarrollan los seres heterótrofos, entre los que descuellan los insectos y arácnidos. Únicos habitantes muchas veces de los países nórdicos o de las zonas ecuatoriales vacías de vertebrados. La película geológica formada por el mundo verde tiene impulso estacional, que influye sobre los seres heterótrofos, determinando flujo y reflujo en los procesos vitales.

Cuando la muerte sobreviene, la arquitectura molecular que un día formó parte del ser vivo constituye, en primer término, alimento de otros seres; la autólisis comienza a demoler el edificio, y las levaduras, las bacterias y los mohos provocan la heterólisis de los tejidos, con aparición de fermentaciones y putrefacciones que determinan el paso a la atmósfera de los productos finales cuando son gaseosos o se difunden en la tierra o en el agua hasta que vuelven a formar parte de otros sistemas vivientes. Añadamos una película continua de materia orgánica que resiste durante mucho tiempo en el agua y en el suelo en lenta descomposición y reaccionando con sales minerales como una genuina capa de la biosfera en la que los átomos entran a formar parte de organismos distintos, y que se va mineralizando como a desecho para volver en el tiempo a formar nuevamente parte de un ser viviente.

Las condiciones apuntadas a grandes rasgos, que determinan la existencia de las manifestaciones vitales de nuestro planeta, pudieran darse en otros planetas hasta ahora desconocidos. Para ciertos especialistas que se fundan en cálculos de posibilidades, la cuestión está fuera de duda. Pero podemos afirmar, a la luz de nuestros conocimientos actuales, que en nuestro sistema solar no hay ningún planeta que reúna exactamente las condiciones de nuestra biosfera.

Se requiere, como hemos dicho, una fuerza de gravedad suficiente para retener la atmósfera sin que las moléculas de gases y vapores que la integran se pierdan en el espacio, por donde es precisa una masa planetaria mínima, sin la cual no hay posibilidad de atmósfera, y por ello Mercurio, Plutón y la Luna carecen de ella,

Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno tienen atmósferas mucho más densas que la Tierra; pero el mayor obstáculo para las manifestaciones vitales, como nosotros las entendemos, es la temperatura media, que oscila entre - 140° para Júpiter, -155° en

Saturno y más bajas aún en Urano y Neptuno. Por esta razón no puede haber humedad atmosférica. Por otra parte, los gases que componen su atmósfera son metano y amoníaco.

Tal vez sólo en Marte pudo haber condiciones análogas a nuestra biosfera; la pérdida de gases que su atmósfera experimenta, unido a la presencia de oxígeno y los cambios de coloración estacional observada, hacen pensar en los finales de vida vegetal en las durísimas condiciones de un planeta envejecido.

Por último, en Venus se ha determinado una atmósfera más espesa que la nuestra, y con una temperatura de 50-60° C. durante el día y 2° C. durante la noche. Su composición revela una gran cantidad de anhídrido carbónico, vapor de agua y nitrógeno, aunque sin oxígeno. No parece haberse presentado en Venus manifestaciones vitales, pero pudieran presentarse condiciones físicas análogas a las de nuestro planeta al extinguirse la fuerza solar.

Desde un punto de vista especulativo pudiera haber un planeta en nuestra galaxia, no por menos visto menos sospechado, que tuviera las condiciones de evolución de nuestra Tierra.

En ese caso, las condiciones biológicas iguales permiten deducir la misma solución, y por tanto la posible existencia de la pluralidad de mundos habitados. La impresión de soledad angustiosa en medio del dilatado cosmos impulsa al hombre a buscar comunicación con otros posibles seres humanos por medio de señales emitidas a otros astros y experiencias astronáuticas (3).

LOS SERES VIVOS

La evolución de los seres vivos, colocados en su medio natural, exige la emigración constante de los átomos biogénicos de la atmósfera, fotosfera e hidrosfera, provocando el aporte perpetuo de una corriente de materia que los mantiene en su composición y actividad característica. Como en un torbellino, la arquitectura orgánica ni está mantenida sino por el juego de las fuerzas que se aplican a nuevas moléculas que reemplazan a las antiguas. La forma del individuo es más característica que el material que lo constituye; mientras que los materiales que lo integran tienen un movimiento de dirección constante, el individuo está vivo, y, cuando este movimiento cesa muere.

Por encima de las manifestaciones morfológicas existe la unidad de la materia viva, que se muestra en su constitución celular y la similitud de los principios inmediatos: prótidos, glúcidos y lípidos proporcionan, con su peculiar estructura molecular, la armadura y el cemento que rellena el espacio que ocupa un ser vivo. Y como ha de evolucionar en el tiempo con pérdida de energía libre, hay una pléyade de moléculas biógenas que catalizan las degradaciones de las mismas macromoléculas, en un tiempo sustancia propia del ser viviente, para liberar la energía necesaria: vitaminas, hormonas, fermentos, oligoelementos y transportadores, cuya actividad se opone a la inercia de los materiales de estructura, a la vez reservas de energía. Los biocatalizadores se forman y se gastan, de modo que, si se penetra profundamente en los fenómenos metabólicos, se esfuma la diferencia entre material de construcción y reserva energética, entre continente y contenido, entre metabolito y sustrato.

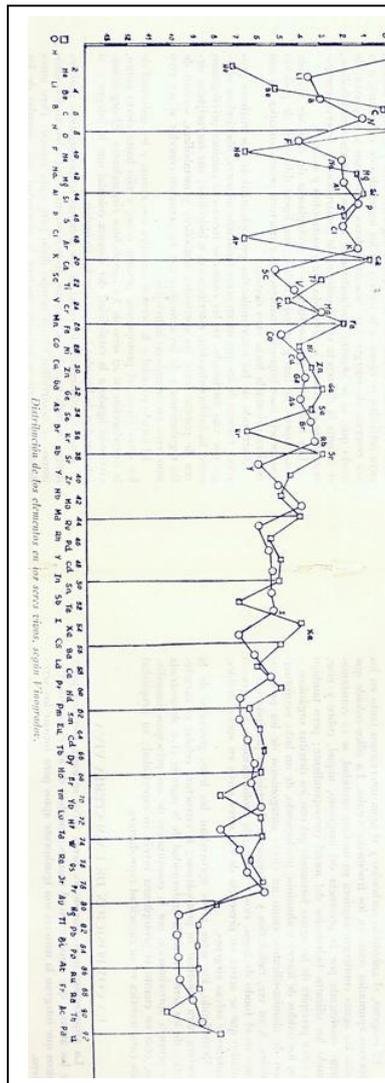
Los materiales que constituyen el protoplasma de cada ser viviente son, empero, de una gran especificidad; una ligera diferencia de posición o secuencia hace imposible mantener la estructura protoplásmica, ni aún siquiera orientarla hacia otro destino.

Partiendo de las macromoléculas protoplasmáticas, los enzimas provocan roturas de las que nacen otras moléculas menores, liberándose energía por vías intrincadas en las cuales se reconocen caminos privilegiados como la oxidorreducción, esterificación e hidrólisis; sus encrucijadas sirven de puente entre las corrientes anabólicas y metabólicas, secreto de las regulaciones y de las armonías que nos permiten concebir al ser vivo sino como un organismo indivisible.

El estado coloidal y la presión osmótica son norma y ley universal de los seres vivos; el protoplasma permite o no, y ello hasta cierto punto, la introducción en su seno de los metabolitos circundantes. El organismo vivo está ligado a la estabilidad del sistema coloidal que lo integra y al intercambio de líquidos o gases que lo circundan.

Una vez conseguida la forma de los sistemas termodinámicos posibles dentro de cada una de las regiones de la biosfera, estos laboratorios autónomos se desarrollan en un tiempo dado para cada especie. Pero antes de que la muerte sobrevenga aparece la propiedad más singular de los seres vivos, que es la capacidad de transmitir por herencia los caracteres específicos del individuo a través de generaciones sin variaciones apreciables: esta propiedad reside en el núcleo y, en

último término, en los genes que lo integran. Esta capacidad reproductora se manifiesta por una presión en la biosfera que puede desplazar a otras especies menos aguerridas.



El estado coloidal no es sólo es privativo de la constitución de los seres vivos, sino una norma general en las regiones luminosas de la biosfera; los coloides de sílice son mucho más abundantes en volumen que todos los seres vivos.

Los compuestos de silicio (4), muy estables en las capas freáticas y juveniles, se descomponen en la biosfera por la acción combinada del agua y de la atmósfera; la formación de carbonatos deja anhídrido silícico en libertad, que en estado coloidal se moviliza en las aguas; los hidróxidos de aluminio que también resultan se combinan con la sílice para formar silicatos aluminicos hidratados e hidratos de alúmina. Todos los silicatos y compuestos de aluminio pierden con el tiempo, y por la acción del agua y el anhídrido carbónico los metales a que estuvieron combinados, formando carbonatos y reemplazándolos por agua. Los fenómenos coloidales que se producen afectan así a la superficie terrestre y al fondo de los mares.

El oxígeno, el anhídrido carbónico y el agua intervienen tanto en los procesos apuntados como en los fenómenos vitales. La sílice coloidal que todas las aguas contienen, siquiera en mínima cantidad, se ve constantemente modificada por la presencia del magnesio, níquel, cobre y cinc, dando los silicatos hidratados del metal correspondiente; pero también la sílice precipita de las aguas formando gel con los detritus orgánicos y con los óxidos de hierro y aluminio, produciendo, de un lado, neoformación de aluminosilicatos, como un cierto antagonismo de los procesos vitales. A su vez, radiolarios y diatomeáceas determinan precipitación de sílice en el fondo de lagos, ríos y mares; la caolinización es un proceso químico que se activa en

presencia de los seres vivos en suelos arables, pantanos y selvas vírgenes. .

Resumiendo, los seres vivos aprovechan las leyes generales de la biosfera para construir su protoplasma; la estructura celular es característica de los seres vivos; la uniformidad de la materia viva, demostrada en primera aproximación por la constitución de sus principios inmediatos, cesa en cuanto el protoplasma revela su propiedad más característica es su capacidad reproductora.

LA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA VIVA.

La arquitectura molecular de los seres vivos se logra con una parte de los átomos que constituyen el cosmos; muchos de los elementos químicos que integran la materia son igualmente aptos para formar los seres vivos.

Basta la concurrencia de siete no metales (C, H, O, N, S, P, Cl) y cinco metales (Ca, Mg, Na, K, Fe) para constituir lo fundamental del protoplasma de un ser vivo. La concurrencia de otros elementos es de carácter necesario u ocasional, pero siempre mínima. Los ciclos bioquímicos de cada uno de los elementos, en su integración y desintegración de la materia viva, son conocidos.

La disponibilidad de los bioelementos fija límites a la expansión de la vida, con arreglo a la ley del mínimo. Puede que en un principio el protoplasma se constituyera con poca selección de oligoelementos; pero a medida que los organismos se complicaron, habría una mayor selectividad.

BERTRAND concibe la vida como una oligarquía, en la que los elementos plásticos que entran a formar parte de las macromoléculas que integran el protoplasma de los seres vivos estaría gobernada por una minoría de oligoelementos que actúan como catalíticos.

FEARON (5) observa que si se compara la composición de los vertebrados, se encuentra que es semejante en todos ellos, pero si se desciende en la escala zoológica, la composición varía, aproximándose al medio en que se desarrolla.

El mundo de los protistos excede en volumen y extensión incluso al mundo verde; en todos los océanos y la superficie terrestre existen y se desarrollan seres microscópicos que se contentan con un protoplasma equivalente a una micra cúbica; con prodigiosa capacidad reproductora aprovechan la luz si tiene clorofila, o se limitan a beneficiarse de pequeñas moléculas orgánicas y aún de últimas reacciones químicas productoras de energía, como las bacterias autótrofas, que más asemejan organismos degradados que primeros esbozos de evolución.

La vida, para manifestarse, necesita de pocos elementos biogénicos y algunos oligoelementos. Los progresos de la técnica analítica en los seres vivos aumentó la lista, que comenzó en los animales para especular sobre su papel en la hemoglobina animal y llegar a su comparación con el magnesio constituyente de la clorofila. Los antiguos experimentos de RAULIN fueron resucitados en los laboratorios para alternar ensayos biológicos con análisis espectrográficos.

Se han intentado clasificaciones de los oligoelementos, pero ninguna tan atrevidos como la de VINOGRADOV (6), quien se funda en noticias muy incompletas, de diferente exactitud, con respecto a la composición de 5.000 especies vegetales y 2.000 animales. lo cual representa menos del 5 % de las especies conocidas en nuestro planeta; en estos diferentes organismos se han encontrado hasta 60 elementos, de los cuales 3° o 35 han sido determinados cuantitativamente. El autor cree, sin embargo, haber llegado con sus cálculos a conclusiones que permiten perfeccionar la idea de la composición química del globo y en último término, de la biosfera.

Lo sugestivo de este trabajo estriba en la idea de agrupar en dos series los elementos pares y los impares del sistema periódico, llegando a la conclusión que existe una relación entre la cantidad de átomos de un elemento químico basado en la materia viva y el número atómico de dicho elemento: esta función que puede expresarse por una recta inclinada desde el hidrógeno hasta el uranio.

Una vez dispuestos en dos series los elementos del sistema periódico, se observa también que los puntos cumbre están en periodos que pueden expresarse por $I + 6 + 6 \dots$ en la serie impar, y $2 + 6 + 6 \dots$ en la serie par; dichos puntos cumbre tienen interés biogénico, y se encuentran en gran proporción en la composición de los seres vivos.

Se advierte también que a partir del sexto grupo la curva decrece, separando netamente, no sólo los oligoelementos, sino los elementos radiactivos y aquellos cuya ingestión accidental produce intoxicación.

La función química de la materia viva, concluye VINOGRADOV, es función periódica del número atómico (cargas del núcleo), en la cual los elementos químicos

de cada sexta posición tienen especial importancia para los organismos. Las diferencias entre las especies estarían determinadas por las propiedades químicas de los átomos (por sus electrones externos).

La importancia de los elementos colocados en los vértices radica en su demostrada existencia en organismos antiguos (talofita, protozoa) cumpliendo una misión claramente fisiológica. El aluminio ya no se encuentra sino en espermatozoos de las licopodiáceas, grupo de plantas poco numerosos en la actualidad, pero muy abundante en la época paleozoica..

Los isótopos radioactivos han demostrado que los seres vivos colocados en su medio natural exigen el aporte perpetuo de una corriente de materia que en ellos se difunde para mantenerlos en su composición y actividades características. Esta corriente metabólica, largo tiempo sospechada, demuestra que la arquitectura orgánica no está mantenida sino por el juego de fuerzas que se aplican a nuevas moléculas que reemplazan a las antiguas. En todo este proceso los átomos biogénéticos se reorganizan y se ponen al servicio de nuevas generaciones.

Solo por breve espacio de tiempo permanecen los átomos en los organismos; apenas se concibe una corriente tan rápida de átomos semejantes que se pierden y se gastan en aquel organismo para incorporarse a otro casi inmediatamente; una mínima cantidad se mineraliza y cae, por así decirlo en la atmósfera o en las regiones limosas, para levantarse, Dios sabe al cabo de cuánto tiempo en una nueva organización vital.

El meritorio trabajo de VINOGRADOV en sus conclusiones llama la atención sobre los puntos cumbre de cada sexto periodo como de importancia para la constitución de los seres vivos. Pero los puntos bajos ocupados por los gases nobles demostrarían una activa fase de su metabolismo.

PICTET, SCHERRER y HELFER han publicado tres trabajos que establecen la presencia del argón en el metabolismo de los seres vivos; en el primero (7) establecieron la presencia de argón en la levadura, en el coágulo de sangre de buey y en el cerebro del buey: utilizaron un aparato hermético para el aire, eliminaban el anhídrido carbónico, el oxígeno y el nitrógeno en la mezcla gaseosa producto de la combustión de dichos materiales, hallando que un gramo de levadura deshidratada produjo durante la combustión 0,28-0,31 cc de argón, y que un gramo de coágulo de sangre seca y un gramo de cerebro seco producen, respectivamente, 0,84 y 0,86 cc de argón. Deducen como consecuencia que el argón está contenido en la célula viva, toda vez que la fibrina de HAM ni la hemoglobina de MERCK, no produjeron tal gas tratadas en la misma forma.

En un segundo trabajo (8) dan cuenta del resultado de la experiencia de fermentar en recipiente hermético 200 gr. de glucosa y 200 gr. de levadura húmeda; el aire se eliminó previamente con una corriente de anhídrido carbónico; como en esta experiencia se encontrara nitrógeno y oxígeno al lado del argón (N= 70, 2 por 100; O=27, 2 por 100; A = 2, 6 por 100) se repitió con cuidado de eliminar el aire del agua utilizada al hacer las disoluciones. El resultado a que llegan es que el argón fue un producto de la fermentación.

En el tercer trabajo utilizaron levadura, seca en el vacío sulfúrico, analizando porciones de la Levadura así tratada, encontrando 0,28-0,30 cc. de argón por gramo. La identidad del argón fue confirmada por su espectro.

El coágulo de sangre de buey, separado por centrifugación, y el cerebro de oveja, ambos desecados, dan 0,84 y 0,86 cc. de argón. Aunque este trabajo parece ser el mismo, por sus resultados, que el primero, amplía, sin embargo, su conclusión, diciendo que es incierto el estado exacto del argón en las células vivas, pero no les parece a los autores que sea retenido por adsorción, y omite la suposición realizada en el primero de que sea el producto de la transformación del potasio.

Según estos trabajos, el argón es un gas producido durante el metabolismo de la célula viva, y que se desprende durante la fermentación alcohólica; THOMAS (10) añade que se encuentra acompañado de otros gases nobles. Precisamente los que ocupan los puntos básicos en las curvas trazadas por VINOGRADOV.

Los gases nobles encontrados por PICTET y sus colaboradores durante el metabolismo celular serían el resultado de la transmutación de los átomos en el organismo, que al no ser reaccionantes se perderían en la atmósfera mezclados con los gases de la respiración.

De comprobarse los trabajos de PICTET y sus colaboradores se podrían explicar algunos puntos oscuros de los muchos que el misterio de la vida presenta; resulta difícil pensar en la larga lista de oligoelementos que han

de ingerirse a diario para que su acción sea constante en el concierto metabólico, y no es válida la objeción de que la medicación oligoelemental cura al enfermo carenciado, puesto que su misma decadencia orgánica indica su incapacidad para

efectuar cambios iónicos, que un organismo sano tendría facultad de hacer.

Los iones inorgánicos presidirían los procesos vitales, transformándose ellos mismos por mínimas partes; el hecho de averiguarse en las cenizas cantidades presentes de muchos oligoelementos indicaría el estado íntimo de las transformaciones en el momento que el tejido vivo se incineró.

Y agotando el razonamiento, la huella que dejaría el paso por la vida de los innumerables seres que nos precedieron, estaría reflejada en el volumen de los gases nobles contenidos en la atmósfera.

No sabríamos terminar este esbozo sin transcribir el siguiente pasaje de Aristóteles, que Cicerón nos ha conservado (11): "Si se conocieran seres que hubiesen vivido siempre en medio de las profundidades de la tierra, en habitaciones adornadas de cuadros, estatuas y de todo lo demás que poseen abundantemente los dichosos del mundo; si tales seres hubieran oído hablar vagamente de la existencia de omnipotentes dioses, y entreabriéndose la tierra pudiesen elevarse del fondo de sus moradas subterráneas hasta los lugares en que nosotros habitamos, al verla tierra, el mar y la bóveda celeste, al reconocer la extensión de las nubes y la fuerza de los vientos, al admirar la belleza del sol, su magnitud y sus torrentes de luz, y ,al contemplar, en fin, luego que llegase la noche con su manto de tinieblas, el estrellado ciclo, las variaciones de la luna, la salida y la puesta de los astros, que desde toda la eternidad realizan su inmutable carrera, sin duda alguna exclamarían: "¡ Si, dioses hay, y estas grandes cosas son obra suya!"

1. LUCRECIO: De Rerum Natura. L.II, v. 990-1.020. Ed. Les Belles Lettres. París, 1948.
2. HUMBOLDT: Cosmos.
3. PARÉS, R: La vida en el Cosmos. *Sinergia*. núm. 12. pág. 4.
4. VERNADSKY, W.: *La Geochimie*, pág. 121. París, 1924.
5. FEARON, W. R.: An Introduction to Biochemistry, Third ed 1946.
6. VINGRADOV, A. P. :Travaux de Laboratoire biogeochimique de l'Academie des Sciences de l' URSS. 1935. Nature, 151, 659, 537, 1925
7. PICTET, A. ; SCHERRER, W.; HELFER, L.: *Helv, Chim, Acta, chimleh'*. *Chim. Acta*, 8, 537, 1025.
8. PICTET, A. ; SCHERRER, W.; HELFER, L.: *Comp. rend.*. 180, 1.629-32, 1925.
9. PICTET, A. ; SCHERRER, W.; HELFER, L.: *Comp. l'end.*, 181, 235-8, 1925.
10. THOMAS, P.: *Manual de Biochemie*, p. 440, 1946.
11. CICERÓN: De Natura Deorum, 1, II, c. 37.