

**UNIVERSIDAD CENTRAL (MADRID)  
FACULTAD DE MEDICINA**



**TESIS DOCTORAL**

**Composición elemental de la materia viva**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Lauro Melón y Ruiz de Gordejuela**

Madrid, 2015

Tesis doctoral

presentada por

Lauro Melón y Ruiz de Gordejuela

---

Composición elemental de la  
Materia viva.

1.

## Composición elemental de la materia viva -

Después de mucho dudar me decido a desarrollar este tema para tesis con el fin de aspirar al grado de doctor, y fundo mi decisión en el interés cada día creciente que tienen los estudios biológicos y principalmente en el marcado agrado con que siempre los he mirado, tanto mayor cuanto más con ellos me he entretenido. Aparte de esta razón en cierto modo caprichosa, pero de peso, existe otra que debe tenerse en cuenta para dirigir la atención hacia tal clase de trabajos a los que instintivamente por la deficiencia indiscutible de los es-

2.

tudios químicos en nuestra carrera, tenemos los médicos cierta aversión, y es las deducciones directamente prácticas que se desprenden de investigaciones al parecer completamente especulativas. Trataré en efecto de demostrar las provechosas consecuencias que saca la terapéutica, por ejemplo, de las acciones fisiogénicas de los elementos químicos que guían en muchas ocasiones las indicaciones más indiscutibles; otras veces la Biología viene a dar clara explicación a puntos que permanecían oscuros en distintos ramos de la Medicina, como habremos de señalar mas adelante al hablar, v. gr., de la adaptación de la materia viva a los diferentes medios ambientes y de la cual la cuestión de la inmunidad es un simple capítulo; y en otras ocasiones nos dan t

3.

estudios conceptos claros de cosas sin el auxilio de la Biología indefinibles, como sucede para dar también un ejemplo con los conceptos de alimento, medicamento y veneno que tanto han dado que escribir y que tan sencillos los veremos.

Son los estudios biológicos los más complejos, pero también los más interesantes de los que pueden ocupar la atención de los que comensamos a iniciarnos en el ejercicio de la más difícil y sagrada de las profesiones, puesto que ellos nos dan la clave de todos los problemas fundamentales de las ciencias básicas de nuestra carrera.

mi pretensión al ocuparme de cuestiones tan elevadas y complejas pudiera parecer algún tanto vana y atrevida, si no se tiene en cuenta que estoy muy lejos de creer que pueda

sacar la ciencia la mas leve ventaja de mi gran esfuerzo, y que no quiero otra cosa que cumplir lo mandado para conseguir el título a que aspiro, aprovechando la ocasión que me brinda tal deseo para estudiar asuntos a que me dirigen siempre mis humildes aficiones.

Sobrado da a entender el título que doy a la tesis, lo que en ésta quiero desarrollar y a él me habré de ceñir en lo posible a fin de no pasar por la extensión este trabajo del carácter que tiene, aunque haré especial hincapié en distintos asuntos de importancia práctica y directamente ligados a la composición química de la materia viva.

En un capítulo preliminar que resulta indispensable daremos el antiguo y nuevo concepto del elemento químico; número de

5.

los que actualmente se admiten, la graduación que presentan en sus propiedades y las clasificaciones periódicas que fundadas en ella se han intentado.

Después de estos conocimientos generales, precisos para la comprensión de lo siguiente, marcaremos el concepto de la materia orgánica y de la materia organizada, estableciendo su distinción con la materia mineral; indicaremos cuales de los elementos químicos tienen el carácter de biogénicos, señalando las variadas opiniones existentes al tratar de conceder esa propiedad a los cuerpos simples, y circunstancias de las que parecen depender la aptitud biogénica. Reputaremos las ideas de Preyer distinguiendo los elementos biogénicos en esenciales y accesorios, demostrando lo circunstancial y erróneo de semejante distinción.

6.

A continuación hablaremos de la adaptación elemental de la materia viva como uno de tantos casos de la ley general de adaptación al medio; posibilidad de permutas elementales completas según lo demuestran las experiencias de Roussin y de Papillon, y de paso tenemos que decir algo de la inmunización y de la posibilidad de la inmunización ilimitada.

Conocido todo esto, estamos ya en el caso de señalar la aptitud biogénica de los diferentes elementos químicos y tratar de ver si es posible, la explicación o porqué de ese carácter. A este propósito no podemos pasar por alto la teoría biogeno-telúrica, tan sugestiva como difícilmente comprobable y que trata no solo de dar razón sino hasta de medir el carácter biogénico de los cuerpos simples. Admitiendo a priori tal teoría

tendríamos resuelto porque el reino vivo es elementalmente como es.

Ahora corresponde sacar el lado práctico de esta composición química de la materia viva de la que depende la aptitud biogénica de los cuerpos simples, la cual, como demostraremos, marca su acción fisiológica sobre el organismo que se conserva en todos los compuestos.

A la mano viene entonces dar el concepto de alimentos, medicamentos y venenos, pues se deduce claro de los extremos anteriores, así como el hecho de antiguo conocido de que una misma substancia puede tener los tres aspectos.

Y por último terminaremos nuestro trabajo señalando las variaciones de la aptitud biogénica según el momento del

8.

organismo receptor, y con las folias y filias elementales buscando de tal suunto una racional explicación.

Tal es el programa que pretendo desenvolver y que a mi modo de ver comprende todo lo que puede desprenderse del asunto que elijo como tema.

---

Yebel-Huest (Centa). 3-XII-1914.

## Capítulo preliminar.

El concepto de elemento químico adaptado en la actualidad es debido a Williard Gibbs.

Se ha convenido en aceptarlo en todo rigor, pero solo provisionalmente en sus conclusiones. Quiere decirse: marca actualmente la prueba del reconocimiento de la elementalidad de una materia, pero el por él establecido elemento no se pretende que por siempre lo sea, sino se queda a reserva de que métodos de investigación más perfectos puedan desmentir los resultados actuales.

Williard Gibbs establece lo que llama concepto físico, así denominado pues su fundamento es el estudio de ciertas modalidades de índole física a las que llama fases, y cuyo número y condiciones fijan la naturaleza física de todo sistema material.

Estableceremos las definiciones más esenciales para llegar en buen método al concepto físico del elemento químico.

Del sistema material agua líquida pura no son conocidísimas las deducciones de experiencia siguientes: a valores determinados de presión y temperatura podemos ostensiblemente hacer coexistir con el agua líquida, el agua en vapor o el agua en hielo, particularmente para este caso hay un punto ( $0^{\circ}\text{C.}$ ,  $0,6\text{ mm}$ ) en que el agua coexiste en sus tres formas. Cada forma es una fase. El agua pura constituye, pues, un sistema material susceptible de tres fases, cuyas tres pueden coexistir en el citado punto triple.

Aumentando gradualmente el factor temperatura, por ejemplo, y para mayor sencillez, suponiendo presión constante, la fase

11.

vapor va aumentando en cantidad, la fase líquida va disminuyendo. Pues bien; esta fase líquida no cambia por ello de naturaleza, exactamente es cuando es fase dominante en cantidad, como cuando esta es muy exigua; podemos hacerla desaparecer totalmente, mientras existe no ha variado su naturaleza. Igual se dice de la fase vapor, es de la misma composición siempre; si recogemos vapores producidos a temperaturas ~~distintas~~ distintas, por enfriamiento, todos ellos nos dan idéntica fase líquida. Qué algunas consideraciones deducimos de variar la presión en temperatura constante, de variar ambas.

Estas transformaciones que se producen sin alterar las naturalezas del residuo ni la de la nueva fase se denominan hilotropas.

12.

Toda transformación hilótopa se puede lograr totalmente en constancia de presión y temperatura. En nuestro ejemplo a  $100^{\circ}\text{C}$ . y 760 mm. la fase líquida, sea cualquiera su cantidad es totalmente transformada en fase vapor.

Esta es la propiedad fundamental de dichas transformaciones. Otro ejemplo: un líquido hidroalcohólico. Aumento de la temperatura, fase vapor que va dominando. Variación constante de la fase líquida restante, que pasa a ser en cada momento menos alcohólica. Recojamos separadas porciones de la fase vapor, sus condensaciones nos dan líquidos totalmente distintos entre sí, y todos ellos del líquido primitivo. Esta no es una transformación hilótopa. Buscaríamos inútilmente los valores constantes presión-temperatura para los que un

13.

líquido hidroalcohólico pase totalmente a vapor. Este logro exige variaciones constantes de temperatura y presión. En otras palabras: el agua tiene un punto de ebullición, constante para cada presión, un líquido hidroalcohólico carece de punto de ebullición, pues los presenta distintos según el instante en que se considere, según, desde luego, la composición de la fase residual, y es como ésta variable.

Un paso más y llegamos al concepto físico del elemento químico. El agua pura no es en todas las circunstancias de temperatura y presión sufre mutaciones alótropas. A  $1200^{\circ}$  el agua vapor atravesando un tubo de porcelana porosa dentro de otro de porcelana barnizada da dos gases esencialmente distintos: el recogido del espacio anular es hidrógeno, el del tubo central es oxígeno; hay un desdoblamiento de la fase primitiva en dos

14.

diferentes, sobre cuya distancia <sup>esencial</sup> no hay que insistir. Además si el sistema agua-hidrógeno-oxígeno está en recinto hermético para su total paso a hidrógeno-oxígeno, hay que alterar constantemente presión y temperatura. No es mutación hilótopa.

Es que el agua no es elemento químico. Tan solo en éstos es donde son exclusivas tales transformaciones.

Sometemos el mercurio a variaciones de presión y temperatura por extraordinarias que sean, aparecerán las fases sólido, líquido y gas o vapor, pero siempre con todos los caracteres de la mutación hilótopa.

Esto nos basta. Para William Gibbs elemento químico es la materia que no acepta sino transformaciones hilótopas, cualesquiera que sean las influencias energéticas puestas en juego. Luego si sobre una materia reputada elemental se descubre mañana una transformación no hilótopa, habremos de desistir de consi-

15.

desarrolla elementos: el didimio para citar un ejemplo reciente, se ha desarrollado en experiencia de estas meditaciones en neodimio y praseodimio.

Esta noción del elemento químico asombra en su originalidad y sorprende totalmente después del estudio histórico de tal concepto. Por otra parte, no rechaza de plano las ideas anteriores. Las definiciones dadas por Roberto Boyle y Lorenzo Lavoisier no podemos menos de convenir que subsisten. El punto de vista de fibbs es enteramente apartado de los suyos, y en es todo; claro que es punto de vista mucho más general y por eso domina.

Casi nada de recorrido histórico: bastenos decir para disculpar estas líneas breves, que para Guillermo Ostwald la historia de los conceptos sucesivos del elemento químico es la historia de la química.

Roberto Boyle acabó con el error alquimista, error que cuenta

para su perdón el tener un punto de partida rigurosamente lógico, de cuyo punto de partida la filosofía peripatética tuvo la culpa, y ésta a su vez podria trasladarla hasta el creador de todas las ciencias. Éheles.

Los sabios árabes, detestando en detalle la doctrina aristotélica y variando esta a todo gusto de sus despiertos ingenios, si quisieron en sus magias rebeldes en las palabras pero esclavos en las ideas del filósofo macedonio.

A Boyle se debe el siguiente concepto del elemento químico. Elementos son los cuerpos que no se pueden descomponer y que por sus combinaciones entre si dan nuevos cuerpos que ya no son elementos. noción analítico-sintética, genial.

Lavoisier, un siglo después, dijo menos. Substancia cuyo peso aumenta en todas las modificaciones químicas que puede sufrir. Y dijo menos porque Boyle, quizá involuntariamente,

evadió en sus palabras el caso de la alotropía, que Davoisier deja en descubierto como error grave en las suyas.

La última tabla anual de elementos químicos, la establecida en 1914, consta de 83 términos.

Para  $O = 16$  sus magnitudes atómicas van de 1,008 en el hidrógeno a 238,5 en el urano. Entre esos límites hay un reparto de valores muy equitativo, aparte en los de peso atómico elevado que son muy escasos.

A las magnitudes atómicas se ha otorgado en todo tiempo gran atención, y sobre ellas se han hecho las hipótesis más ingeniosas.

La proximidad de números en cuerpos afines: cromo, manganeso, hierro, níquel y cobalto, solo crecen sus pesos atómicos en  $58,97 - 52 = 6,97$ . Radio y rubidio distancian en 1,2. Oro y platino se separan en 2. Radio y el elemento nuevo, rito descu-

18.

bierto en su emanación distancian en 4. Los ejemplos pueden multiplicarse.

Otra observación es la de las triadas. De tres en tres elementos muy parecidos, el intermedio tiene un peso atómico media aritmética de los otros dos. Cloro 35'46 .. Bromo = 79'92 .. Yodo = 126'92 ..  $\frac{35'46 + 126'92}{2} = 81'19$ , diferencia en 1'27 del peso atómico del Bromo; error mayor que la distancia entre níquel y cobalto. Las triadas hacen observación muy rudimentaria. Una tercera observación es la debida a Juan Bautista Dumas; las dos anteriores se deben a un químico ignorado Döbereiner. Los elementos parecidos siguen una especie de progresión aritmética en sus pesos atómicos, algunas veces muy notable.

$$\begin{aligned}
 \text{Oxígeno} &= 16 \quad \text{---} = a \\
 \text{Azufre} &= 32'07 \quad \text{---} = a + b \\
 \text{Selenio} &= 79'2 \quad \text{---} = a + 4b \\
 \text{Teluro} &= 127'5 \quad \text{---} = a + 7b
 \end{aligned}$$

Los errores de 1'08 en el selenio y de 1'45 en el teluro, son serios, pero se ve fundada la observación de Dumas.

El valor de b próximo a 16 se conserva en varios ejemplos de esta índole.

Ni los datos de Döbereiner, ni los de Dumas, han sido por otra parte muy habidos en cuenta, mas predispusieron a la reflexión: y el primer paso hacia la dependencia de propiedades de la magnitud atómica fué debido a Juan Newlands.

Agrupados los elementos en orden creciente de magnitudes moleculares, cada octavo elemento resulta afine del primero, el noveno del segundo, etc., lográndose en series horizonta-

les que contienen los cuerpos de propiedades parecidas.

"El octavo elemento es como la octava de una escala musical".

Esta ley de la octava fué presentada al congreso por su autor, que como premio recibió la burla del presidente de que lo agrupará alfabéticamente, y quizás pudiera descubrir otra ley curiosa.

El sistema periódico no tardó seis años en aparecer.

Lotario Meyer y Demetrio Mendeleieff, independientemente, ampliaron la idea de Newlands hasta un cuadro definitivo, célebre sistema periódico donde junto a detalles poco aceptables como predecir parecidos entre el oro y los alcalinos, no expresarlo para el cobre y mercurio, bario y plomo, etc, tiene a su favor aciertos notables. Los parecidos que supone van hasta los respectivos compuestos: es popular la predicción maravillosa de los elementos entonces por descubrir, galio, escandio y ger-

21.

manis.

La generalización de las propiedades físicas es principal labor de Meyer; fusibilidad, ductibilidad, maleabilidad, han sido motivo de sus observaciones. Dice que el valor numérico de los pesos atómicos es la variable determinante de la naturaleza esencial y de las propiedades de ella dependientes, en los elementos químicos.

Estas palabras de Meyer justifican nuestra labor.

La magnitud atómica va más allá en su importancia, va a nuestro asunto al valor biogénico de los elementos, a su aptitud o ineptitud de constituir el medio material donde la vida orgánica es posible.

Capítulo primero.

El atributo orgánico de la materia es impreciso. Hasta los tiempos de Descartes era por el contrario bastante sencillo de precisar. Toda materia constituyente o procedente de seres vivos es materia orgánica. Decíase de ella que no era sino en lo remoto comparable a la materia mineral: se escribía que sólo cuando el ser pierde la vida su materia se reintegra en apariencias a la materia de los minerales. Apoyando esa distinción se citaba seriamente el hecho, de ascender en nuestro organismo el líquido material sangre en contra de la ley de la gravedad. Cuando ya la química con Liebig entraba en la explicación de actos fisiológicos no se podía por menos de prologar todo intento de esta índole, con la advertencia de que son químicas algo distintas y aun contradictorias la del

23.

ser vivo y la del laboratorio: el ácido clorhídrico del jugo gástrico amparaba esa idea con las más engañosas apariencias. Y en tal estado de opinión sobre la idea de reproducir mineralmente sustancias procedentes de seres vivos parecía herética; aparte los siglos no transcurridos en balde quizás a los primeros sintetistas les hubieran aguerdado las amarguras sociales sufridas por los alquimistas en busca del oro y la plata.

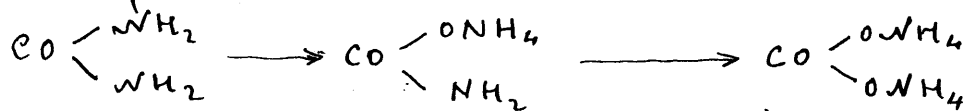
Cuando Wöhler, colaborando con Liebig, en 1827 preparó la urea por isomerización espontánea del cianato amónico:



el mundo químico no despreció hasta negarlo en reboto, pero no aceptó la identidad de la urea sintética y de la urea artificial. De este error poco a poco dándose cuenta se lle-

24.

gí a aceptar que quizás la urea fuera sintetizable; al fin es este cuerpo un tránsito entre la materia viva y la mineral, es última fase de la mineralización del alimento nitrogenado; breves prueba que a ligero contacto con el aire, pasa a carbonato amónico, materia francamente mineral.



El proceso metabólico creador de la urea a expensas del alimento nitrogenado es de tales complejidad y transcendencia, que, bien visto, inaugurar la síntesis orgánica con la de la urea era para predecir el rápido derrumbamiento del vitalismo.

Esta labor de crear no ha podido venir sin la previa y concienzuda labor de destruir: la análisis ha precedido a la síntesis, como la observación precede a la experiencia.

25.

Tanto Liebig, Bautista Dumas, Will, Warrentrap, Peligof, Kjeldahl, prepararon los éxitos de Berthelot, Wurtz, Friedel, Wallace y Fisher.

La análisis orgánica no ingresa en la análisis química general: es cosa aparte. Si bien está en todos que iguales materias y leyes rigen los dos mundos, el sidéreo y el epísidéreo, las sustancias orgánicas tienen caracteres muy restringidos. La observación de que a poco calor todas se carbonizan, y que llevó al dato de que todas son compuestas de carbono, es muy antigua: el carbono imprime carácter, precisamente ese carácter de particularidad que exhibe toda materia orgánica es por lo que su análisis dista en métodos de la general y por lo que nunca podrá ser en esta incluida.

El carbono elemento se desconoce. Se dice y es cierto

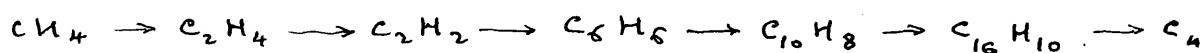
26.

que carbón puro son especies minerales conocidísimas, pero hasta la apreciación del elemento en su molécula sencilla como conocemos el hidrógeno y el oxígeno, hay gran distancia. Se desconoce la magnitud molecular del carbón: pues no existen medios de pasarlo a vapor en cuyo estado el principio de Aleyandro Avogadro puede aplicarse; no existe posibilidad de disoluciones manejables del elemento, que si se disuelve en el hierro fundido es en condiciones de temperatura donde la escrupulosa manipulación crioscópica no es posible, el ensayo ebulliométrico es por tanto aun menos posible, los delicadísimos métodos capilarimétrico y osmótico son un sueño, y así el químico tiene que resignarse a desconocer la magnitud molecular del más importante de los elementos. La

27.

magnitud atómica = 12, lo que el método del máximo divisor fácilmente nos demuestra.

La temperatura creciente sobre el hidrocarburo mas hidrogenado el metano, nos da etano, eteno, feno, nafteno y pireno. La escala es:



El pireno por fin nos da carbonos.

Proporcionalmente estos cuerpos van amenguando en hidrogeno, como expresan sus fórmulas generales.



Esta es una escala típica de la acción del calor sobre los compuestos de carbono, ellos llevan al  $\text{C}_n$  o sea al conglomerado atómico indefinido. Es pues lo único de lo que tenemos prueba cierta. Por otra parte esta deducción fue vista por Du-Long y Petit en el proceso de su ensayo de determinación

28.

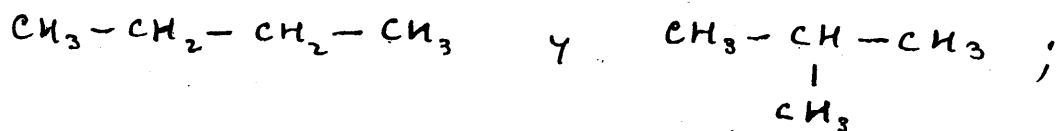
de magnitud atómica del carbono por su célebre método. Ejemplos muy tímidos de esta condensación atómica por el calor se tienen algunos, pero incomparablemente más exiguos.

Otra particularidad notable del átomo de carbono es la inmediata de la expresada. Es ella la de autosaturación atómica. Es apto para constituir edificios atómicos enormes: existe un hexacautano  $C_{60}H_{122}$ , y hasta el todos los términos desde el inicial  $CH_4$ . Esta autosaturación es por enlaces sencillos, pero la acción del calor va complicando a doble y aun a triple el orden de enlaces y así las valencias libres de la asociación van disminuyendo y los radicales saturantes van así cada vez a menos. Esta particularidad ya es lo estante. El oxígeno presenta casos frecuentes

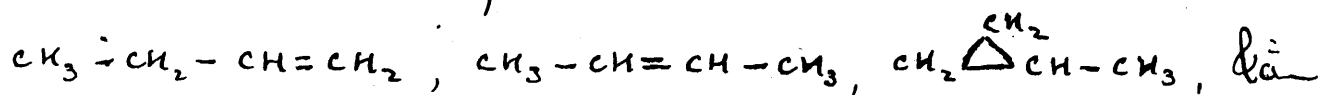
29.

de asociaciones tetratómicas; el perclorato potásico  $\text{Cl-O-O-O-O-K}$ . Para Augusto Kekulé ésta es propiedad general de los elementos. Sobre ello hemos de insistir.

La deducción inmediata de estas particularidades del elemento carbono, es que el número de sus elementos será crecidísimo. El último hexicón de Química orgánica registra 144.500: la precisión decuplica esta cifra. El caso de isomería tan excepcional entre otros elementos, es aquí lo ordinario. La asociación tetratómica de enlaces sencillos ya presenta estos dos hidrocarburos isoméricos.



con un enlace doble ya tiene



El hexacautano presenta de isómeros de la forma  $a + 6$  i sea de una <sup>sola</sup> cadena lateral la cifra importante de 290, que no es sino ínfima parte de la totalidad y cuya complicación ha impedido hasta ahora ser de un modo general determinada.

Todo los materiales episidéreos son constituidos por este elemento extraño, cuya infinita variedad de compuestos explica la infinita variedad de materiales episidéreos.

Para el perfecto estudio no basta el origen episidéreo, es preciso del material escudriñ cuidadosamente cuantas esencialidades definidas de la materia en él coexistan, lo análisis inmediata, tomando de Dragendorff el buscar parcella sinopsis operatorias.

Y las especies químicas aisladas ya son aptas para su análisis elemental. El carbono aparece siempre: multitud

de ensayos sencillos lo atestiguan. El hidrógeno aparece siempre: los  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$  son especies minerales. El oxígeno aparece casi siempre. El nitrógeno también aparece abundantísimo. Para Guillermo Freyer, he aquí los cuatro elementos biogénicos esenciales. Sus magnitudes atómicas van del 1 al 16: tres de ellas progresivas,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{N} = 14$ ,  $\text{O} = 16$ .

Sus exiguos pesos atómicos ya se echaron de ver: se hallan en la primera quinceava parte de la escala.

La autosaturación atómica se manifiesta en el nitrógeno pero en número heve  $\text{NH}_2 - \text{NH}_2$ ,  $\text{NH} = \text{NH}$ , y en el oxígeno algo más pronunciada. Excepto el carbono los cuatro elementos son gases, el carbono hay que creer que en sus moléculas elementales lo sea. Sus caracteres son de verdadera autiteris.  $\text{H}_2 + \text{O}$ ,  $\text{C} + \text{O}_2$ ; el nitrógeno elemento parivo da en

su parivitalidad antitérica profunda con el oxígeno. Para Preyer no existe ser epiridéico que no contenga, al menos dichos cuatro elementos, de aquí lo de esenciales con que los designa.

Pero no son únicos. El halógeno, cloro, el anfígeno azufre, el nitrogenoideo fósforo, los metales alcalinos potasio y sodio, el magnesio, el alcalino terreo calcio, y el hierro fueron también establecidos biogenéticos esenciales. fluor y silicio probablemente esenciales.

Guillermo Preyer discurre sobre estos resultados: son todos ellos átomos leves, y son todos ellos los que en el porcentaje de la composición elemental telúrica presentan los mas altos números. Esto último es de inmediata lógica: la vida al aparecer adaptó al medio en su mayor frecuencia de esencialidades. El peso atómico exiguo favorece sobubi-

lidad de compuesto y potencial energético respecto a masas indudablemente más elevadas; condiciones biogenéticas muy favorables.

Reynolds ha ideado un esquema espiral donde como punto de curva sitúa los átomos en orden creciente de magnitudes atómicas, descubriendo direcciones notabilísimas que nos interesan. Pues bien. En la primera espira y media están los 14 elementos biogenéticos de Meyer: el hierro = 55 es el último. Luego la aptitud biogenética es de una zona exigua de la totalidad elemental, es la zona inferior, algo así como la zona calor del espectro del Sol, prácticamente nula desde el verde.

Se ha dado gran importancia a esta observación de Reynolds: efectivamente no la tiene. En tal zona existen he-

34.

lio, glucinio, boro, escandio, titanio, vanadio y cromo que es-  
tambien lejan de aptitud biogénica.

### — Capítulo segundo —

Lo notable de la análisis orgánica es que ha descu-  
bierto bastantes mas cuerpos que los catorce citados: y desde  
luego confirmada la presencia precantísima de fluor y silicio  
que Meyer no acepta biogénicos sin reservas. ¿ Cual es el  
papel del fluor en los dicentes? Se desconoce, pero allí  
existe. El dermato esqueleto de la Euplectella es un mara-  
villoso encaje siliceo. El grupo protético de cromoproteidos  
en ciertos órdenes no es de hierro, es de cobre; la hemocianina  
de los cefalópodos. El arbol de la laca contiene mangane-  
so: en los licopodios existe el aluminio; la Viola calamina-

ria debe su nombre específico a su zinc: los más inesperados elementos se encuentran: el yodo del cuerpo tiroideo, etc.

El argumento de que estos cuerpos simples, puedan existir donde se hallan por accidente como el bismuto en el ser sometido a medicación bismútica, no puede sostenerse. En ambiente absolutamente privado de zinc la *Viola calaminaria* muere; el cobre en la hemocianina de los eufópodos se comprende sea integrante esencial; el manganeso de valor catalítico inestimable no existe donde está por accidente -

Tara Preyer estos elementos son accesorios, pero a la vista está que es injusta semejante calificación: tan esencial es el cobre en el citadi cromoproteido, como el hierro en nuestra hemoglobina, como que en papel es paralelo.

Bunge dice y muy justamente que es totalmente irrazonable no otorgar la esencialidad biogenética al manganeso, que según él existe siempre, y en todos los seres.

He aquí que el níquel por Sabatier es un catalizador máximo bien que en procesos hidrogenantes, y el manganeso oxigenantes; hidrogenar es ~~des~~oxidar, oxidar es anabolismo, hidrogenar es catabolismo ¿por qué negar al níquel su probable y esencial existencia?

En sucesivos capítulos pasaremos ligera revista al valor biogenético de los elementos más distanciados, estableceremos la condición y su naturaleza biogenética, su generalización en toda elementalidad material. Este es el caso mismo de la naturaleza coloidal, ariguada antes a tan breve número de cuerpos, y que hoy he tomado genera-

37.

lización máxima, haciéndolo con estado de todos los cuerpos, ingresando de lleno hasta en la industria de transformación con los hallazgos más notables. Quizás el estado coloidal sea circunstancia biogenética, y por tanto coloides todos biogenéticos. Las ideas de Armando Gautier, enunciadas proféticas ya no lo son hoy tanto: nuestra labor es adaptarlas a las más salientes del sinnúmero de observaciones posteriores que a ellas continúan.

### Capítulo tercero.

Spencer decía que la vida es la adaptación continua de las relaciones internas del organismo con las relaciones externas. En esta definición se da a entender que la adaptación al medio es el fenómeno constante más elemental de los seres vivos. La vida es una serie conti-

mas de habituaciones. Es la adaptación al medio la expresión mas genuina de la vida sin la cual esta no puede concebirse. Asi se explica el hecho ya citado y observado primeramente por Guillermo Preyer de que los elementos biogénicos esenciales son precisamente aquellos que predominan en la composición elemental telúrica.

Sabido es que en el principio de la adaptación al medio fundó el barón Lamarck la teoría de la evolución, que Darwin no hizo mas que explicar fundándose en el principio de la selección natural. En los protozoos hay numerosos ejemplos que no citamos, porque para nuestro objeto de ahora no nos interesan, de cómo puede explicarse por la ley universal de adaptación al medio el paso de unas especies a otras.

Mas nuestra idea es solo partir de la afirmación de lo general de la ley para hablar de la adaptación de la materia viva a los elementos químicos letales para ella por ser extraños a su composición protoplasmática, teniendo por lo tanto que decir algo de paso, de la cuestión de la inmunidad que en definitiva no es mas que una adaptación y del habito a los medicamentos y venenos que tampoco es cosa diferente que un grado menor de inmunidad o tolerancia.

Los queraunos de tierra presentan una aptitud de adaptación elemental crecidisima. En terrenos plomíferos materialmente saturan de plomo su constitución; en medio zincico enriquecen hasta limites crecidos en zinc; viven sobre calcopiritas, donde las vegetaciones mas resistentes

sucumben, y se adaptan al cobre. La intoxicación al plomo de un gusano plomífero es nada más que posible. ¿Hay en ellos aptitud ilimitada? Claro que no, las observaciones no pueden persistir tanto como fuera preciso; solo si se sabe que la intoxicación va a ser más difícil a medida que las generaciones de gusanos metalizados se suceden; esto es elemental, pero no el cuanto de la resistencia apreciada.

Se conveuga que estos medios metálicos no sean los más aptos para la pujansa específica: hasta cierto punto es de admitir, sin embargo, pujansa mayor es la mayor resistencia a una intoxicación.

Otro ejemplo muy digno es el de la *Polycarpea Spirostylis*.

41.

En la ficción social del cobre, en otras tierras que la nuestra, tan favorecida con tan rico metal, los buscadores se proveían como siempre de los datos y enseñanzas, puro empirismo y tanta superchería que pudieran guiar sus pasos. La baqueta de razón ha sido para ellos la tal planta; experiencias americanas comprobando la consunción rápida de la Polycarpea en ambiente absolutamente privado de cobre, y basta en la maceta de cultivo enterrar una moneda que lentamente por los riegos va desintegrándose para que la planta viva lozano. Se ha exagerado la observación, cuprificando gradualmente el medio, e igual que para los gusanos las generaciones son cada vez más resistentes; claro que siempre llega el límite como lo hay para el acero más elástico.

Por fin: la *Viola calaminaria* ya citada es exactamente otro ejemplo igual respecto al zinc: y mas notable acerca de este elemento es el caso del *Aspergillus niger* que en medio azincico vive una vida miserable, y en líquidos zincicos hasta limites alejados una vida tanto mas espléndida. Se ha observado el favor máximo del medio zincico, se ha sobrepujado y decaído hacia la intoxicación, pero este máximo favorable del medio acrece con las sucesivas generaciones, claro que por largo tiempo su crecimiento es lentísimo.

Plomo, zinc y cobre aparecen en estos casos biogenéticos esenciales. El plomo tiene un peso atómico de 207, el zinc = 65, el cobre = 63. Si de estos al hierro = 56, biogenético de Preyer no hay gran distancia, el caso del plomo es ins-

tructivo, es de las magnitudes atómicas mas elevadas, desde luego es el elemento mas pesado donde la condición biogenética se observó, y ya queda dicho que us de la manera franca y contundente de los casos de zinc y cobre.

No es total fantaría predecir que el medio ambiente apropiado no existe sino circunstancial. Todo es cuestión de tiempo. A este propósito bueno es citar un caso notable, el del aire: indefectiblemente su riqueza en nitrógeno amengua. Los desequilibrios eléctricos produciendo combinaciones lo eliminan, fenómeno ya industrializado para la fabricación de nitratos: se sabe el ingreso y egreso de  $\text{CO}_2$  en el aire, respiración animal y función clorofílica, que equilibran indefinidamente su cantidad; se sabe el ingreso y

44.

egreso de oxígeno, función clorofítica y respiración vegetal; se sabe el egreso del nitrógeno citado, se desconoce totalmente, ni se sospecha ingreso paralelo: la cantidad de nitrógeno en el aire disminuye; nuestro ambiente respiratorio se hace cada vez más activo. La adaptación al medio es un giro de decir no riguroso: ¿es el medio impone o crea? La imposición implica violencia, y la hay es cierto en un cambio demasiado rápido, si este es de lentitud suficiente insensiblemente el ser vivo se crea en exigencias y complacencias al nuevo medio; la *Polycarpes* no se adapta al medio cúprico, todo lo contrario habríamos de adaptarla a contingencia de todos los factores de una adaptación al medio acúprico.

¿Luego es pues la inocuidad elemental? Es la insensi-

45.

5. bilización de un ser vivo a los perjuicios de un elemento extraño de su ambiente. Lo de extraño es gradual; las analogías elementales explican adaptaciones paralelas, sino en general, en casos, como hemos de citar. Elemento inocuo es de dos categorías: de efectos pasivos y de efectos bienhechores, categorías generales a todas y con sola variación de cantidades en razón directa del tiempo.

Si sobre abscisas establecemos sucesivas generaciones o ingestiones, y sobre coordenadas cantidad en gramos del elemento a estudio, la expresión de la inocuidad será la bisectriz del ángulo recto de las coordenadas, y esto aplicable a todos los seres y todos los cuerpos, solo variando en cada caso el punto de tal bisectriz desde donde exprese esta la inocuidad máxima; pues bien, hasta este punto las anteriores expresan dosis bienhechoras y ese punto la

46.

donde pasiva, la coordenada de este punto queda los valores en gramos del elemento en estudio, nos expresa en lo largo de su longitud los valores para los que el elemento beneficia, el valor para el que es indiferente, y mas arriba los valores para los que perjudica. Y esta concepción analítica de la inocuidad es rigurosamente lógica.

¿Cual es el máximo de adaptación? Aquí se ha emitido una idea anónima, que Preyer alaba, y que si de valor literario-científico es inestimable, de confirmación experimental todavía está muy menguada. Es ella que el porcentaje elemental de la tierra parece ser el porcentaje elemental de todos sus seres vivos. El caso sincatartico es en realidad el argumento mas serio en apoyo de esta seductora teoría.

Son dos metales de magnitud atómica distanciada en un cincuentavo de la escala: el zinc = 65, el cadmio = 112.

Sin embargo de ello sus caracteres son muy próximos. El cadmio se busca precisamente junto al zinc, de cuyos minerales las colonias son los más cadmíferos, y de ellas las silesianas, pudiendo decirse, que las españolas casi prácticamente se hallan exentas.

Ambos de organolepsia análoga, de valores de elasticidad y límites por tanto confundibles (maleabilidad y ductibilidad parecidas); de constantes de cambio de estado cercanas, algo más bajas las del cadmio. A la clasificación de metales debida a Thénard, ajustarse en el mismo grupo (descomposición del agua al rojo sombra, se oxidan al calor, y sus óxidos son indecomponibles por mayor energía térmica). Su carácter electronegativo se manifiesta en parecida medida: existen

48.

y se dan en iguales condiciones zincatos y cadmiatos; así pues uno y otro presentan como metales el mismo grado de sus propiedades. Sus compuestos presentan solubilidades algo distintas; los de cadmio son más insolubles; el sulfuro de cadmio se da por ácido sulfhídrico en soluciones ácidas y es insoluble en sulfhidrato amónico, el de zinc no se da así por ser soluble en la acidez del medio (clorhídrico) y solo se da perfectamente en medio acético. Aquel es amarillo y este es blanco: no olvidemos que los sulfuros de metales son en su mayoría negros. Nos bastan estos caracteres citados al azar para establecer fehacientes las analogías interesantes de uno y otro elemento.

Pues bien: se estima en  $\frac{1}{500}$  la proporción cadmio-zinc en la Tierra. Y las dosis medias de toxicidad sobre especies no adaptadas están en la misma proporción. Extraña pensar

tan diverso poder tóxico en elementos tan análogos, que solo se explica por la razón expresada de su abundancia. No tan concluyentes son los casos fósforo - arsénico, arsénico - antimonio, níquel - cobalto, pero todos ellos dan orientación favorable a la perseguida idea.

¿Lue podemos decir pues de máximos de adaptación? Lue no es viciada o forzosa, mientras no rebase ese por demás hipotético límite establecido por la composición elemental del planeta. Lue mas allá podrá ser posible pero que se iniciará la decadencia específica, pero que hasta él no hay razón suficiente de decadencia. ¿Cual será el valor elemental óptimo? Es circunstancial y esto lo ampliaremos a continuación.

Hay cristales en Química que se dicen isomorfos: la etimología de la palabra solo tiene valor cristalográfico, el

isomorfismo químico es mas complejo. No solo habrán de tener exactamente igual forma; han de poder reemplazarse. Los alumbres de aluminio, cromo y hierro, que responden a la fórmula general cristalina

$(SO_4)_3 X_2 \cdot SO_4 K_2 \cdot 24 H_2O$  (X siendo Al, Cr o Fe) cristalizan en octaedros del sistema cúbico; pero un cristal germen de cualquiera se ve sobrepuesto la forma conservándose al ser sumergido en disolución de otro: se reemplazan en su formación cristalina. Tales cuerpos tienen constitución parecida, y existe la ley Mitscherlich aplicándoles igualdad de constantes esenciales. Aluminio, cromo y hierro son tres elementos análogos; en sus compuestos se sustituyen espontáneamente.

Este caso de isomorfismo químico tiene un paralelo isomorfismo bioquímico. Es posible la sustitución total de

uno por otro elemento en los organismos vivos sin apreciaciones sensibles del cambio.

Citaremos las célebres experiencias de Roussin, y las no menos y complementarias de Tapillon en prueba de este aserto inédito. Tales experiencias han sido vigadas y autorizadas por la Academia francesa.

La porción mineral de los alimentos líquidos y sólidos es cálcica dominante: bario ni estroncio, químicamente análogos, y en ciertos compuestos isomorfos no se han descubierto ni por trasas en los seres vivos. Esta calcificación anicta esencialmente sobre los órganos de resistencia externos o internos, internos en mamíferos (huesos), externos en aves y reptiles (huesos y cubiertas ovulares). Punto de partida fué barificar o estroncifugar el medio ambiente de un ser vivo: su agua eliminada lentamente de sales cálcicas y reem-

Plasmas equimolecularmente por sales b6ricas o estr6nicas:  
 sus alimentos sometidos a igual cambio: y esto llevado a  
 t6rmino completo de eliminaci6n total de calcio y sustitu-  
 ci6n total por bario o por estroncio. Las primeras experien-  
 cias de Roussin se aplicaron sobre gallinas: los resultados  
 fueron concordantes al prejugado; la adaptaci6n se hizo  
 sin general trastorno, se logr6 el l6mite, y los resultados lo  
 comprobaron a maravilla: las cubiertas exclusivamente c6l-  
 cicas de sus huevos fueron gradualmente enriqueci6ndose en  
 bario, hasta su casi totalidad 89 por 100. Y estos huevos de  
 cascari6n de carbonato b6rico, y entre los cuales los someti-  
 dos desde su nacer al regimen c6lcico ordinario, sucum-  
 bieron intoxicados, y fue preciso desbarbificar en los res-  
 tantes con las mismas precauciones puestas en barbificar  
 a sus madres.

Papillon comprobó que no solo en los conchas sino en su esqueleto se observa el gradual enriquecimiento en fosfato trisódico y carbonato básico. A este se deben los ensayos de sustitución del fósforo al arsénico en el fosfato tricalcico de los huesos: sus resultados no tan rigurosos llegaron a buenos, sobrepasó el 50% en el cambio intentado.

Estos mismos experimentadores concluyen de sus trabajos que es indudable que si la proporción de bario en el medio ambiente fuera la del calcio, la vida sería bariaca, y el calcio exactamente el veneno que hoy reputamos al bario.

Hemos pues de convenir en la posibilidad de permutas elementales completas; claro que tratándose de elementos de máxima analogía que repercuten seriamente en sus compuestos, y así los de uno y otro muy semejantemente cumplen la finalidad metabólica encomendada.

¿Que concepto puede pues merecernos el elemento veneno? .  
Totalmente circunstancial. La proporción de calcio en un organismo normal no llegando con mucho a la proporción máxima admitida, y buena prueba es el margen de resistencia a todas las aguas potables de hidrotimetrías tan varias, es con respecto a esta tan menudada que cae dentro de la proporción máxima admitida de elementos como el bario y el estroncio mucho mas escasos en nuestro planeta y por ello soportables mucho menos. Supongamos que Roussin intenta la permuta elemental citada sobre gallinas extracalcificadas previamente: lo natural es que no hubiera logrado tan completa permuta y de intentarlo a todo trance, hubiera traído la muerte de las aves, pues la cantidad de bario asimilada sobrepasaría a buen se-

5 / guro la máxima aceptable.

Veneno es pues un elemento cuando ingresa en un organismo en cantidad superior a un máximo establecido por la hipótesis biogeo-telúrica. Esto, es claro, como concepto en condiciones óptimas o sea en ingreso precedido de adaptación gradual desde la cantidad contenida normalmente en adelante. Un ingreso brusco haría veneno al elemento desde que éste pase en cantidad esta cantidad normal. Inocuo es la cantidad de todo elemento que ingresa en un organismo no forzado en cantidad inferior a la normal contenida, o inferior a la normal accidental en las adaptaciones, o sea en ellas inferior al máximo establecido por la hipótesis biogeo-telúrica - actualmente el aire 30% oxígeno es veneno: he aquí modelidad veneno del oxígeno.

Existirá una inmunización contra los venenos elementales, posible hasta el límite máximo, pero mas allá del cual la inmunización es imposible. Ese límite es pues un punto crítico, cuya fijación precisa es hoy no posible y sólo aproximativa.

Esta idea de los límites máximos elementales no lleva al error de deducir que todo ser vivo es de igual aptitud cuantitativa para cualquier veneno.

Pues las ideas aquí expuestas se refieren exclusivamente a los elementos químicos, y no a sus compuestos, para los que sin duda un heterogéneo complejo sistema de leyes bioquímicas está por descubrir. Y la adaptación no es soportada igualmente por todas las células. Aquí como en genética la nobleza del elemento es razón

7 inversa de sus aptitudes, y los conglomerados celulares insertarán en el problema de la adaptación variables nuevas, imposibles de prever. Desde el punto de vista químico en que situamos nuestras ideas y a base de generalizaciones nada atrevidas sobre experiencias inconcusas estableceremos lo anterior. A su comprobación experimental específica se deberán nuevos datos que sumar o restar a la idea.

El teorema de Le Chatelier, nuevas palabras de la vieja idea de la acción y reacción, como la ley de Lenz en la inducción eléctrica, como la ley de Newton en el equilibrio, etc es el que ha de regir la adaptación sabia. El producir una perturbación lo mismo en un sistema en vivo que en un sistema mecánico

en equilibrio, incita al sistema a producir una acción igual y contraria; en dosificar atinadamente ésta radica el éxito. La reacción del ser vivo contra la acción perturbadora, había de ser por esta soportable, y el experimentador no olvidar la ecuación de decaimiento, ya que la perturbación ha de volver a repetirse en las adaptaciones graduales. Contra el valor de decaimiento en el complejo sistema ser vivo, existe y aun puede excitarse por medio extraño, una reacción igual y contraria, verdadera acción secundaria, que sucesivamente lleve a cero el decaimiento, y así la adaptación puede continuarse hasta el límite deseado conseguir, y si el valor de este límite es lo que se busca, hasta que sea imposible la reacción contra

el decaimiento, cuyo valor persistiendo positivo irá en valor creciente para nuevos refuerzos del elemento a adaptar, hasta que logra vencer el valor individual de la resistencia máxima, en cuyo caso sobrevendrá la muerte del ser. No hay seres vivos monoelementales; no hay seres vivos omnielementales; nos referimos a su aptitud para adaptarse a distintos ambientes, desde el punto de vista de su composición elemental, ambientes que son el interno y externo, respiración y digestión en sus más amplios conceptos

---

## Capítulo cuarto.

Cumpleno ahora revisar con escrúpulo las analogías de orden químico referentes a la aptitud de constituir compuestos afines entre varios de poder biogenético distanciado.

Elegimos las parejas fósforo - arsénico, calcio y bario, carbono y silicio.

### El fósforo y el arsénico.

ambos son tri y pentavalentes: el fósforo es un biogenético esencial, el arsénico es un veneno clásico.

Existen  $\text{PH}_3$  y  $\text{AsH}_3$  (hidrógeno fosforado e hidrógeno arsenical): uno y otro presentan menguada la aptitud de concatenación, conociéndose tan solo los compuestos  $\text{H}_2\text{P}-\text{PH}_2$  (hidrógeno fosforado líquido) y  $\text{H}-\text{P}=\text{P}=\text{P}-\text{H}$

61.

(hidrógeno fosforado sólido), existe  $H-As=As-As=As-H$  (hidrógeno arsenical sólido).

Paralelamente a la serie total de fosfinas, existe la serie de arsinas: unas y otras, como las aminas, por otra parte, pueden ser miradas como fosfonias y arsonias primarias, binarias, terciarias y cuaternarias (1)

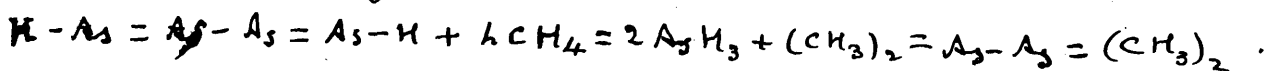
$C_2H_5-PH_2I$	yoduro de etilfosfonia
$(C_2H_5)_2-PH_2I$	id de dietilfosfonia
$(C_2H_5)_3-PHI$	id de trietilfosfonia
$(C_2H_5)_4-PI$	id de tetraetilfosfonia
$C_2H_5-AsH_3I$	id de etilarsonio
$(C_2H_5)_4-AsI$	id de tetraetilarsonio

Las combinaciones cacodilicas es verdad que no han tenido hasta ahora representantes en el fósforo, pero la analogía total de fosfinas y arsinas los hacen

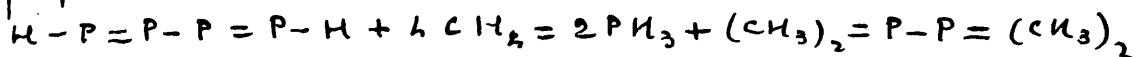
(1) Armando Valeur. L'arsenic et ses composés. (Lechevalier)

prever.

1º  $(\text{CH}_3)_2 = \text{As} - \text{As} = (\text{CH}_3)_2$  - cacodilo. De esta fórmula esquemática y recordando la establecida para el hidrógeno arsenical sólido se puede prever una reacción de sustitución muy probable.



Una reacción análoga es lógica a partir del hidrógeno fosforado sólido.



fosfocacodilo hipotético.

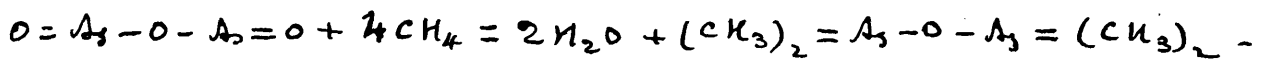
Claro que prácticamente no sería  $\text{CH}_4$  el que intervendría en reacción, sino su yoduro  $\text{CH}_3\text{I}$ , y la eliminación no sería  $\text{AsH}_3$  sino  $\text{AsH}_2\text{I}$  (monoyodoarsemina).

2º  $(\text{CH}_3)_2 = \text{As} - \text{O} - \text{As} = (\text{CH}_3)_2$ , óxido de cacodilo. Esta fórmula puede suponerse derivada del anhídrido arse-

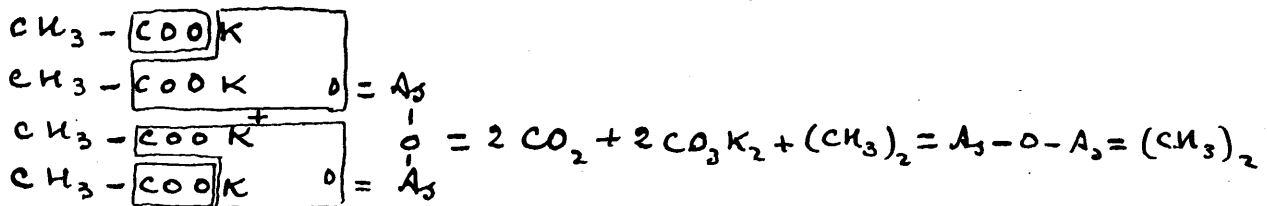
63.

nio $\infty$   $As_2O_3$ , cuyo esquema será  $O = As - O - As = O$ , y para cuyo cuerpo existe el paralelo  $O = P - O - P = O$

Ygualesmente es posible suponer una reacción de formación del óxido de cacodilo a partir del anhídrido arsenioso.



Esta reacción hipotética tiene una traducción experimental: es la de reacción de los acetatos con el anhídrido arsenioso, y cuyo desarrollo completo es:



Los dos átomos de O terminales de  $As_2O_3$  eliminados por formación de  $2K_2O$ , cuyo óxido ante  $CO_2$  procedente de la descomposición del acetato da el carbonato.

En el fósforo es de suponer reacción análoga:

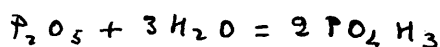
64.

$O=P-O-P=O + 4 CH_4 = 2 H_2O + (CH_3)_2=P-O-P=(CH_3)_2$ , óxido de fosfoacodilo, hipotético.

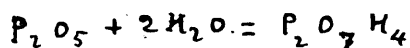
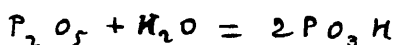
Se desconoce razón experimental que permita juzgar aventurada la correlación, que se ve en mas complejos compuestos favorecida por su existencia experimental.

Esto referente a los átomos trivalentes.

Como pentavalentes presentan  $P_2O_5$  y  $As_2O_5$ , anhídridos de los ácidos  $PO_4H_3$  y  $AsO_4H_3$  cuya derivación teórica y práctica es así:



Esta hidratación es la máxima, pues si es menor, da lugar a los ácidos meta y parafosfónico.



Los correspondientes compuestos de arsénico existen: el cuadro completo será:

$P_2O_5$  anhídrido fosfórico -  $As_2O_5$  anhídrido arsénico.

$PO_3H$  - ácido metáfosfórico -  $AsO_3H$  ácido metaarsénico

$P_2O_7H_4$  - ácido parafosfórico -  $As_2O_7H_4$  ácido paraarsénico.

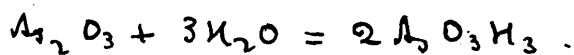
$PO_4H_3$  - ácido ortofosfórico -  $AsO_4H_3$  ácido ortoarsénico.

Podemos completar con los correspondientes compuestos trivalentes de fósforo y arsénico.

$P_2O_3$  anhídrido fosforoso -  $As_2O_3$  anhídrido arsenioso

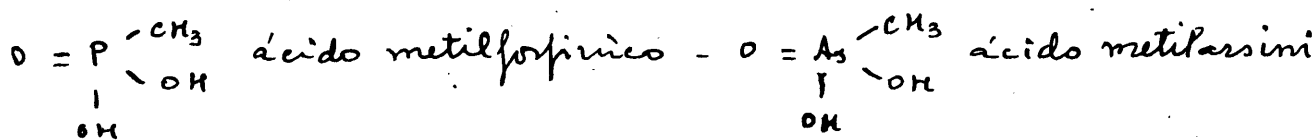
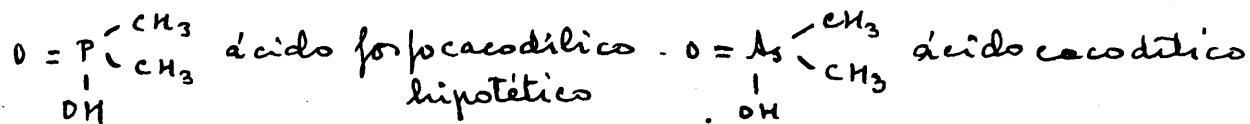
$PO_3H_2$  ácido fosforoso -  $AsO_3H_2$  ácido arsenioso.

Estos ácidos proceden del anhídrido así

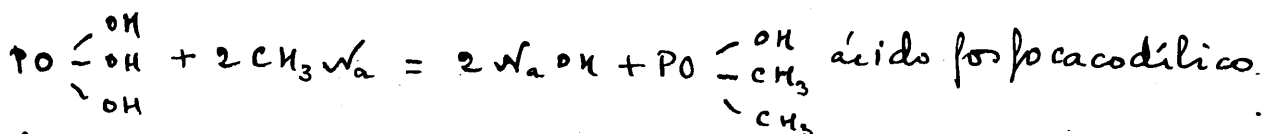


Y aun existen los ácidos hipo — oso, de los que se desconocen los anhídridos y que debían responder a las fórmulas  $P_2O$  y  $As_2O$  inexplicables por la trí o pentavalencia del fósforo y arsénico, pues semejan monovalentes, lo que no es ~~ni~~ absurdo ya que sería una tercera valencia de estos elementos que aun responde a la ley de paridad.

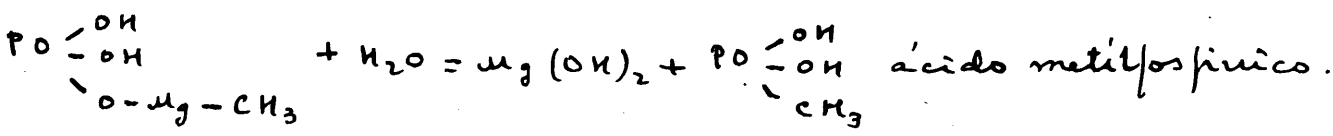
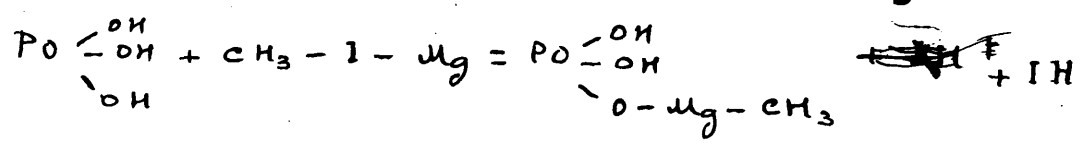
Si en los ácidos esto sustituimos uno o dos oxhidrilo por radicales metilo tenemos:



Estas substituciones de oxhidrilo por metilo son en síntesis elementales: podemos escribirlas así:



Los derivados órgano-magnesianos de Grignard permitirán esta reacción: con ellos podrá ser así:



Estas reacciones lógicamente posibles, sería conveniente se sometieran a investigación experimental, pues no solo permitirían completar el paralelismo del fósforo y arsenico, creando la serie fosfocacodilica, sino que además podrían ser base industrial precuada de sistemas de medicaciones arsenicales; siendo las sales ródicas del cacodilo y metilarsénico de tan general uso en la moderna terapéutica.

Para terminar este ensayo de paralelismo elemental del fósforo y arsenico, pasemos a los albuminoides fosforados o fosfoproteidos de los acidos. La hidrólisis los disocia

en una proteína y un grupo no albuminoso (protético) cuyo grupo contiene fósforo, al estado de ácido fosfórico (fosfo-proteínas) al de lecitinas (lecitoproteínas) o al de ácido nucleico (histoproteidos en general).

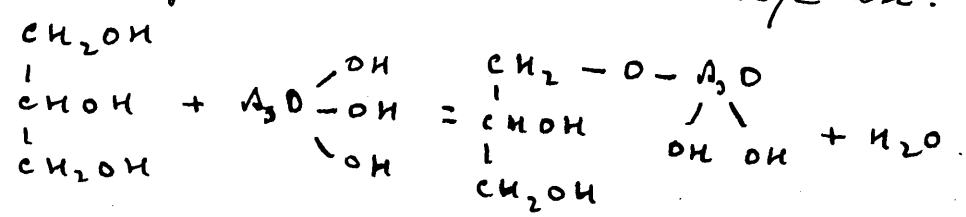
Para Bertrand el arsénico existe en todos los organismos: su investigación paciente lo descubrió en 20 orígenes animales distintos, siendo notable la gran cantidad hallada en las esponjas y sobre todo piel del Triglia volitans o pez volador. Este arsénico existe al estado albuminoso como ha comprobado Sautier, que logró preparar arsenohistoproteidos paralelos a los histoproteidos fosforados.

El ácido arsénico, de fórmula análoga, igual basicidad y orígenes (arsénico más ácido nítrico), con iguales mutaciones a los meta y piro que para el fósforo, ante el complejo proteína conjuga por deshidratación y da un conglomerado que por hidrólisis liberará la proteína y ácido

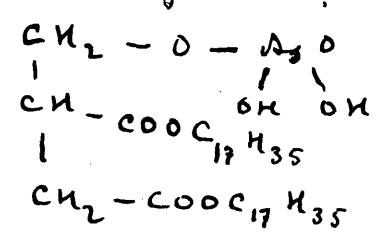
arsénico. Este conglomerado es una arsenoproteína, de las que Gautier ha sintetizado in vitro.

Existe un proceso químico semejante en un todo al de creación de la lactina, a partir del ácido arsénico.

El ácido gliceroarsénico se constituye así:

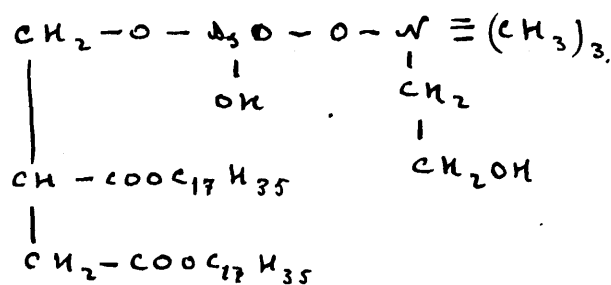


que da por reacción con el ácido esteárico  $2 \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  el ácido diestearogliceroarsénico



Como solo el ácido arsénico ~~oxi~~retiene oxidrilos, a ellos

Solo podrá asociarse la base colina  $(\text{CH}_3)_3 \text{N}^+ - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \text{OH}$   
 y constituirá



que es el esquema de constitución de la arsenolecitina.

Estas lecitinas, la del fósforo y arsenico, asocian como ácidos que todavía son, pues aun subsiste íntegro un oxidante ácido de las primitivas moléculas del fosfórico o arsenico, a las proteínas de todas clases (histonas, albuminas, globulinas y fibrinas) y dan las lecitoproteínas al fósforo o al arsenico correspondientes.

Es de notar que la fórmula establecida para la arsenolecitina es a base de la teoría de Diakonow fundada en

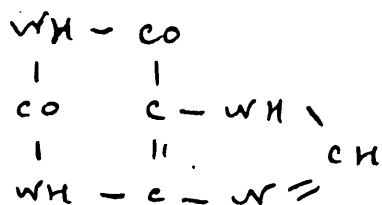
las experiencias de Ulpiani. La teoría de Strecker consiste en reunir el ácido a la colina por la función alcohólica, pero no hay experiencias que confirmen esta esterificación.

Por fin los más complejos albuminoides fosforados, los histoproteidos, dan por hidrólisis una proteína y un ácido nucleico, cuya disociación hidrolítica lo pasa a ácido fosfórico, hidrato de carbono, y una base nucleica (hipoxantina, xantina). La división general de histoproteidos no nos interesa directamente.

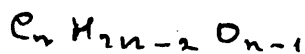
Es solo vez de perseguir las acciones químicas creadoras de este tipo el más importante de los albuminoides, para deducir la posibilidad de paralelismo arsenical, del que existen también ejemplos.

La xantina que elegimos tipo de base nucleica es la

26. dioxipurina: su esquema delido a Fitcher es:



Este cuerpo es asociado a un hidrato de carbono



y esta su fórmula general; ambos asociados al ácido ortofosfórico  $\text{PO}_4\text{H}_3$ .

Los ácidos nucleicos son ácidos enérgicos. De sus tres constituyentes solo el ácido fosfórico presenta la acidez; luego parte de sus oxhidrilo quedan intactos en el proceso copulativo por deshidratación creador del ácido nucleico. Este pues es un ácido fosfórico complejo. Razón química se desconoce que impida tal complejidad para su isomorfismo

el ácido ortoarsénico; tenemos de creer que este esterifica por el hidrato de carbono uno de sus oxhidrilos, y la copulación de la xantina es lo más verosímil que pueda ser igualmente a expensas de otro u otros grupos alcohólicos del hidrato: el ácido arsenomeleico an-formado queda con dos oxhidrilos ácidos, lo que explica la parte ácida de estos ácidos nucleicos. La histona, albumina, globulina o fibrina adapta sobre estos oxhidrilos restantes y da un conglomerado que por hidrólisis cumple la pauta analítica establecida para los histoproteidos.

Esta suposición rigurosa nos lleva a la idea de que es hasta pequeña semejanza la obligada a los ácidos fóspico y arsénico para que ambos puedan cumplir el proceso: hemos revisado estas semejanzas tan categoricas; por otra parte Gautier descubre arsenomeleinas, con productos de hidrólisis como los ya descritos: el

74.

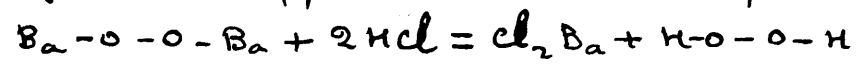
paralelismo que vamos paso a paso intentando llegar aquí al ápice, por alcanzar los complejos aluminosidos, base material de la vida.

### El calcio y el bario.

La diferencia efectivamente muy seria en las aptitudes atómicas de estos dos elementos no se halla reforzada en general por la gradación de propiedades de sus compuestos. Es así que el hidrato cálcico es mucho más insoluble en agua que el del bario, y en contra, el sulfato bórico es uno de los cuerpos más insolubles que se conocen. La oxidación al aire de estos dos metales también se opone a la norma general: el de peso atómico más elevado, el bario, se oxida con parecida intensidad a la observada en los metales alcalinos.

Por su cuatrivalencia idéntica los compuestos son de iguales

5  
 fórmulas. Existe, sin embargo, un peróxido,  $BaO_2$  que no tiene representante en el calcio: lo cual nos dice la mayor aptitud del bario que el calcio para la saturación de cadenas atómicas, pues  $BaO_2$  por su presencia en la preparación del agua oxigenada (Thenard) tiene por esquema  $Ba-O-O-Ba$ , pues solo así se explica la reacción:



La formación de compuestos de carbono con estos elementos se observa ya en los acetiluros (impropiamente llamados carburos).

Con el nombre general de carburos metálicos se conocen compuestos de carbono y metal: su constitución es muy varia: todos ellos tienen como reacción general dar hidrocaburos por el agua.

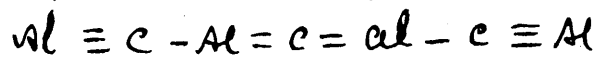
Pero mientras el de aluminio da metano, el de manganeso da metano e hidrógeno y el de cesio da metano,

76.

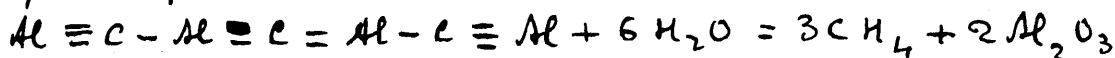
eteno, etino e hidrógeno y el de calcio da etino.

Estos diferentes resultados dependen de su diversa constitución y a cada una corresponden varios de distintos metales.

El de aluminio responde a la fórmula  $C_3Al_4$  que no acepta otra interpretación que la propuesta por Moissan

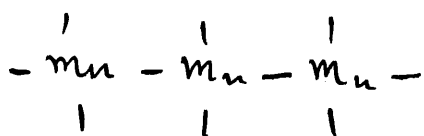


y que explica la reacción del metano así

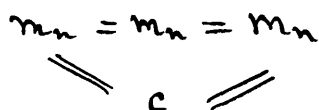


El de manganeso es de la fórmula  $Mn_3C$ . Por su valor en carbono hemos de aceptar en su esquema la asociación de los átomos metálicos: el manganeso en sus compuestos manganesos es divalente, la asociación triatómica da un resto divalente que no nos sirve; en sus compuestos mangánicos es hexavalente lo que hace que  $Mn_3$  sea octovalente.

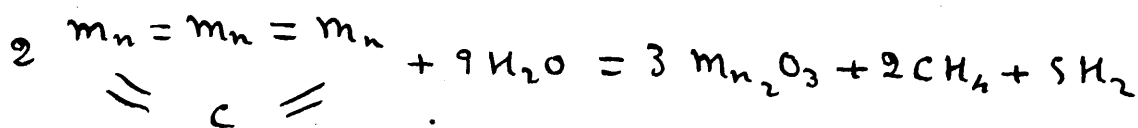
77.



en cuyo resto, la presencia de dos dobles enlaces lo pasa a tetravalente, y así el átomo de carbono es aceptable: la fórmula esquemática del  $Mn_3C$  será

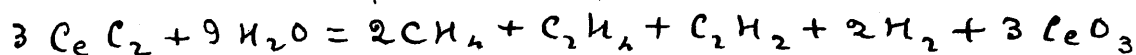


su reacción con el agua así:

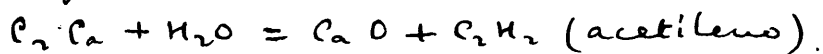


El carburo de cerio como los de lantano, itrio y torio tienen por fórmula  $C_2Ce$ , que se explica fácilmente aceptando la hexavalencia para esos átomos metálicos, y la asociación diatómica en enlace sencillo del carbono: su reacción es:

78.



El de calcio es de la fórmula  $\text{C}_2\text{Ca}$ : asociación diatómica del carbono, divalente no se conoce mas que la acetilénica, a esta responde el carburo, lo que demuestra su reacción por el agua

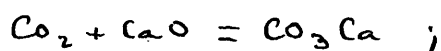


Luego así como el carburo de cerio es un etanuro de cerio, el de calcio es un etinuro de calcio o acetiluro cálcico. Por lo demás los acetiluros metálicos son harto frecuentes. Exactamente a la misma fórmula y reacción responde el de bario: fue precisamente con él cuando se descubrió la tan industrial reacción arriba apuntada.

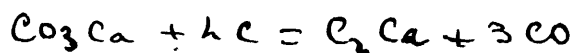
Este recorrido harto sucinto sobre los carburos metálicos tiene interés para nuestro tema, y deja de ser una digresión de pertinencia dudosa. Si la reacción con el agua, dice Moissan ocasiona hidrocarburos variados ¿porqué no aceptar esta reacción como origen de los petróleos? —

79.

He aquí una génesis: el  $\text{CO}_2$  en presencia de metales oxidados, o sea de óxidos metálicos da carbonatos

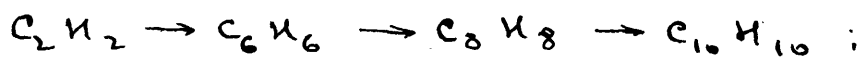


estos carbonatos se hallan a temperaturas enormes frente a carbón, procedente de reducciones de  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ , y se da:



el  $\text{C}_2\text{Ca}$  da  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

Otros carburos metálicos dados  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  y  $\text{H}_2$ ; estos hidrocarburos gaseosos polimerizándose por el calor, de lo que es ejemplo el  $\text{C}_2\text{H}_2$ , producen



y he aquí constituido el petróleo.

Los metales por su fácil desplazamiento mediante oxígeno dejan su puesto al hidrógeno del agua; son unos hidrogenantes indirectos: la resaca genética de los

petróleos, verdadera macroreacción, puede ser una micro-reacción in vivo que quizá explique las anómalas hidrogenaciones orgánicas de Sabatier, que exigen la presencia (catalizador) del níquel o del cobre.

En esta función, prevista tan importante; calcio y bario son de idénticos efectos.

Y aun no es todo. En el complejo tan vacío albumina existe una aptitud ácida, ya que conjuga con los metales dando especies de sales. La albumina alimenticia da con la cal albuminatos en general poco solubles, escorias de la cocción en su mayor parte, pero no insolubles, y tanto es así que la ingestión de calcio en nuestro organismo, reconoce estos dos orígenes el agua potable y la porción soluble de los albuminatos. La cocción con agua bárica da albuminatos análogos, de solubilidad

menor pero sensible; el ingreso de lo soluble llevaria al organismo vivo mineralización análoga.

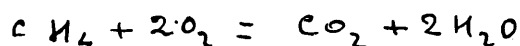
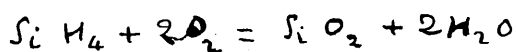
### Carbono y silicio

Distancian en 14 unidades sus magnitudes atómicas. Son silíceas las espiculas de las diatomeas, los exoesqueletos de algunos espongiarios; el silicio es al reino vidéreo casi lo que el carbono el reino epividéreo. Tambor elementos que presiden la constitución de la materia, son de una química estraiamente paralela. Se conoce el carburo de silicio, cristales durísimos incoloros, industrialmente es de un azul obscuro y de gran valor por su dureza: su fórmula es  $C Si$ .

La cristalización del silicio es isomorfa ala del carbono. La sílice con su parvidad, de cuerpo de energía mínima,

cuya fórmula es  $\text{SiO}_2$ , es el término correlativo del  $\text{CO}_2$  de paridad análoga.

El hidrógeno siliciado  $\text{SiH}_4$  es correlativo del  $\text{CH}_4$ ; igual que éste, es cuerpo neutro, inflamables ambos: sus reacciones de combustión son éstas

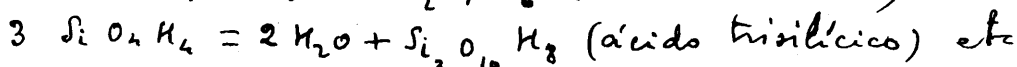
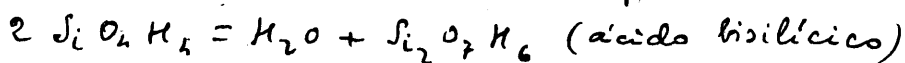


Los ácidos son en un todo análogos:

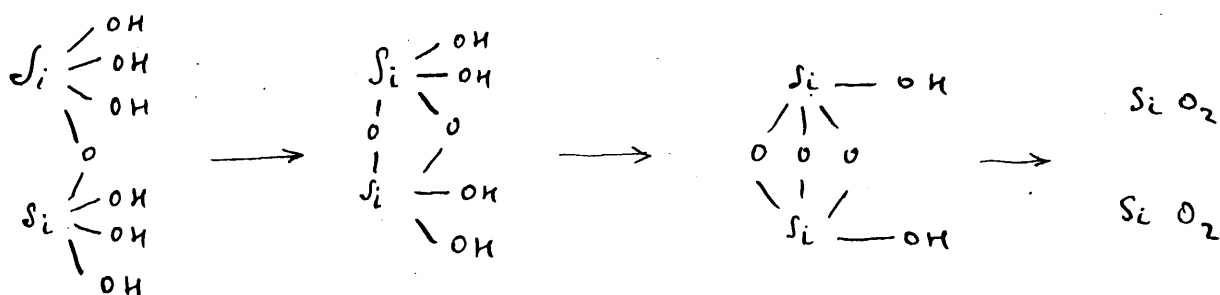
$\text{CO}_2\text{H}_2$  ácido metacarbónico -  $\text{Si}_2\text{O}_3\text{H}_2$  ácido metasilícico

$\text{CO}_4\text{H}_4$  ácido ortocarbónico -  $\text{Si}_2\text{O}_4\text{H}_4$  ácido ortosilícico

Una deshidratación sobre varias moléculas de ácido ortosilícico dan los ácidos polisilícicos,



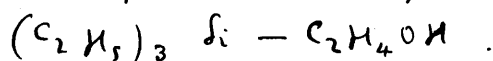
El ácido bisilícico puede perder sucesivamente una, dos o tres moléculas de agua:



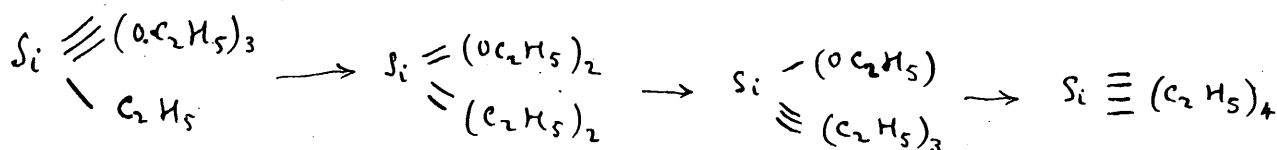
Si esta tendencia a la deshidratación se acentúa nos hallaríamos en la imposibilidad de conocer los ácidos y anhídrido-ácidos, sino solo el anhídrido. Pues bien: supongamos que exista y así del carbono solo conoceríamos el anhídrido, CO<sub>2</sub>, lo que es rigurosamente cierto. Esto explica la posibilidad de existencia de ácidos policarbónicos, aun no descubiertos. El silicio interviene con el carbono en multitud de compuestos. El silicio metilo y el silicio etilo Si(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, Si(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub> son dos derivados de reacciones de un gran interés, aceptando substituciones que no alteran el silicio; así se tienen ~~se~~ derivados clorados, bromados y yodados (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>Si - C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Cl, que

84.

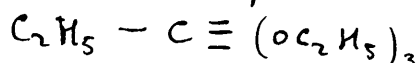
acepta la saponificación y su paso a un alcohol silícico



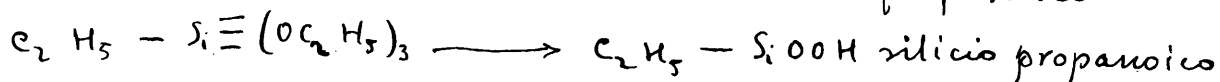
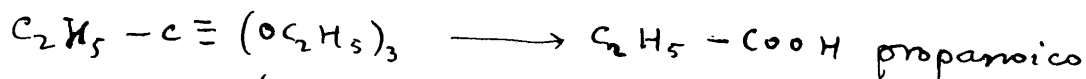
Existe el éter silícico  $Si(OC_2H_5)_4$  del que pueden substituirse restos etoxilo por restos etilo, de este modo:



Es notable el paralelismo de estos compuestos con los de carbono. Al primero corresponde el éter de **Kay**,

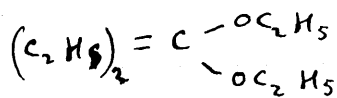


Ambos presentan la misma reacción



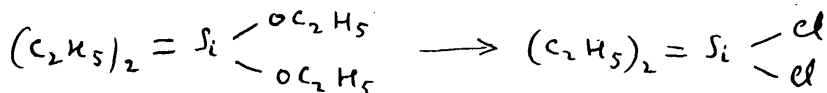
Al segundo compuesto corresponden los acetatos

85.

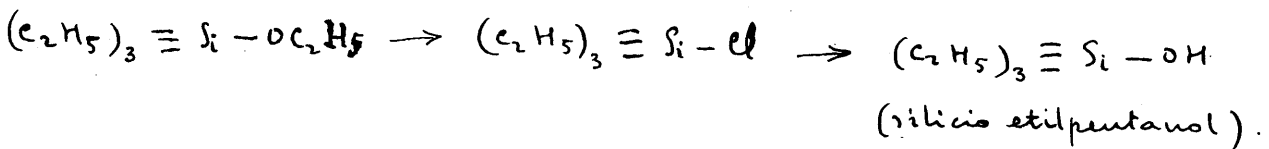
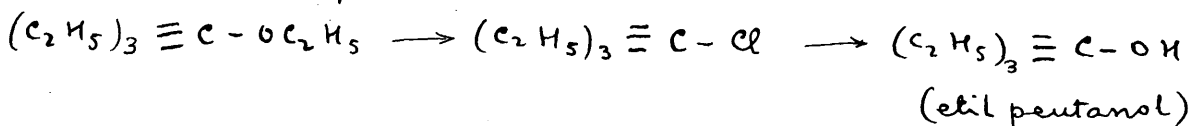


que pasa facilmente a  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2 = \text{C} \begin{array}{l} \text{---} \text{Cl} \\ \text{---} \text{Cl} \end{array}$

y del mismo modo

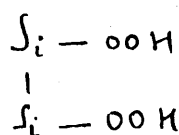


En el tercer compuesto existe igual paralelismo

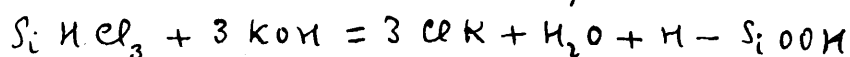


Se niega en general la semejanza maravillosa del carbono y silicio en sus compuestos por la ineptitud del átomo de silicio a dar conglomerados atómicos: sin embargo existe un compuesto absolutamente inexplicable sin tal aptitud.

Es el ácido silícico o silicio etanoédrico. Su fórmula es:



y demuestra a la vez la condición favorable del silicio para dar el radical (tan característico del carbono) silicioxilo -  $\text{SiOOH}$ , que más tarde se ha visto en el silicio-metanoico  $\text{H-SiOOH}$ , posible de derivar por la acción de la potasa sobre el silicio-clorometano o silicioformo



Basta con esto, que podría ampliarse bastante, a no hacer este trabajo interminable, para que la idea de semejanza perfecta de C y Si quede bien establecida. Los compuestos citados son verdaderas substituciones del átomo de carbono por el de silicio; luego esto es posible, sin razón seria para limitar su posibilidad, así que es lógico pensar que pueda hallarse el silicio hexacautano  $\text{Si}_{60}\text{H}_{122}$ , y en aquel momento una quími-

ca del silicio se desplegará paralela a la química del carbono.

### Capítulo quinto -

De todo cuanto antecede queda establecido que la aptitud biogénica no es caracter exclusivo de unos ciertos elementos químicos, que es condición general de todos, y que solo circunstancias ajenas a su naturaleza hacen en el actual ambiente impropio para la vida a algunos.

Queda también establecido la no exigencia de la vida por cierto y determinado ambiente elemental, sino que ella presenta facultad de adaptación a cualquier ambiente desde este punto de vista de la elementalidad.

Vamos a situarnos ahora, rigidamente en el ambiente

actual, a compulsar en qué circunstancias representa la mayor aptitud biogénica de los elementos preyerianos, para venir a la consecuencia de por qué la vida presenta la composición elemental que sobre sus materiales, le análisis manifiesta.

a) ligereza atómica poco elevada.

Es cierto que esta circunstancia se registra en todos los elementos preyerianos. Ya hemos dicho lo absurdo del non-plus-ultra en la serie creciente de magnitudes. La vida puede llegar al urano; la vida llega al hierro. De sus posibilidades hasta el elemento 238 solo se observan hasta el elemento 56.

El hidrógeno 1, el carbono 12, el nitrógeno 14, el oxígeno 16: he aquí los cuatro elementos primordiales y a la cabeza de la escala.

89.

El menor peso atómico cumple mas la condición de energético poderoso: las reacciones a partir de estos átomos leves son las mas exotérmicas: luego a mínimo de masa corresponde en ellos máximo de energía: condición excelente para el intercambio material de la vida con su ambiente.

Botasri razona esta condición biogenética de este modo: moléculas formadas por átomos leves, a igualdad de masa tienen mas riqueza atómica que a ser formadas por átomos graves. De Dubong y Petit tenemos una ley que dice que el peso atómico multiplicado por el calor específico es una constante, cualquiera que sea el átomo de que se trate, luego el calor atómico, o sea cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de un peso de cuerpo simple, igual a su peso atómico expresado en gramos, es constante - Luego a mayor riqueza atómica de

90.

una molécula corresponde un calor molecular mayor, que se cumple a mínimo de masa si los átomos formadores son leves.

Por otra parte la mayor riqueza atómica en una molécula, multiplica las causas del desmoronamiento del complejo edificio; estas moléculas, son, pues, muy inestables, condición favorable a la vida.

### b). Capacidad de combinación alta.

No está condición en el sentido mesquino de univalencia elevada, sino en el sentido más amplio de mayor aptitud de auto saturación. Cuanto el átomo sea más propicio a conglomerarse con otros idénticos para dar así esqueletos atómicos de infinitud de capacidades a la saturación más extraña, se permitirá mejor la multiplicación de

átomos en las moléculas.

Es evidente que átomos divalentes creando cadena atómica no dejan, cualquiera que sea su número, sino dos valencias libres. Átomos trivalentes dejan  $n+2$ ; átomos tetravalentes  $2n+2$ ; pentavalentes  $3n+2$ ; en fin átomos  $c$  valentes asociados en enlaces sencillos en cadena abierta constituyen un resto  $n$  atómico de valencias libres  $(c-2)n+2$ . Se comprende que la mayor cuantivalencia del átomo favorezca a la multiplicidad y complejidad de sus moléculas. Mayor cantidad de restos isoméricos, existen cuanto mayor sea  $c$  y para cada valor de  $n$ . La magnitud de  $c$  favorece igualmente la posibilidad de enlaces dobles, triples, etc, entre dos átomos de una cadena, y estos enlaces llevan a la molécula que los posee una inestabilidad exquisita, que es condición fa-

vorable a la vida.

c) Abundancia natural.

De esta circunstancia ya hemos hecho detenida mención. En su distinta cantidad natural, se apoya hoy la condición inocua o tóxica que distingue elementos de química parecidísima. Ya se ha establecido la reflexión lógica que invertida la existencia en nuestro planeta de elementos parecidos, el hoy imprescindible sería el tóxico, y el hoy tóxico sería el biogénésico esencial.

De esos buenos números de Erdmann sobre constitución elemental del planeta sale una deducción ya esperada: los más abundantes son los biogénésicos, dichos esenciales; los más lejanos de la vida son los más escasos. La densidad media de la tierra dice poco sobre cualidad de los elementos más abundantes: conocemos una infima

93.

porción del planeta; las manifestaciones endosféricas, la-  
ve de los volcanes, son harto embrolladas, pero sale azufre,  
pues nada importa que quede libre por reacción exterior,  
pues es á base de compuestos de azufre de origen interno;  
el azufre es átomo leve, de capacidades de combinación  
muy variadas y algunas muy altas, azufre hexavalente;  
no es posible pues decir en general que los elementos escasos,  
quizás sean los abundantes en la endosfera; los escasos  
puede que lo sean si fuese posible conocer totalmente el  
planeta.

Por otra parte: vá haciendo camino la idea de muta-  
ción elemental. Esta escala es ya admitida por todos:  
Uranio  $\rightarrow$  Uranio X  $\rightarrow$  Ionio  $\rightarrow$  Radio  $\rightarrow$  Emanación.  
 $\rightarrow$  Radio A  $\rightarrow$  Radio B  $\rightarrow$  Radio C  $\rightarrow$  Radio C<sub>2</sub>.  
 $\rightarrow$  Radio D  $\rightarrow$  Radio E<sub>1</sub>  $\rightarrow$  Radio E<sub>2</sub>  $\rightarrow$  Polonio.  
 $\rightarrow$  Plomo.

94.

Este es el peso del 238 al 207: el radio ocupa el nº 226; la emanación o nito el 222.

Quién habla ya de riqueza elemental del planeta: que es un laboratorio de mutación de elementos.

Pero la idea ingeniosa de que la composición elemental de la vida, es la del planeta, subsiste apesar con algo de fundamento. Los principales elementos C.H.O.N. tienen un promedio orgánico muy próximo al promedio telúrico establecido por Erdmann. Sin tenerlo por verdad inconcusa, cual podrá serla en la Ciencia, puede sernos de una orientación siempre muy útil.

Así pues: el reino vivo actual, es como es por haber aparecido y desarrollado en un ambiente elemental idéntico: la vida es una parcela del ambiente donde apareció y que circunstancias varias ha singularizado: esta nacen

95.

de las condiciones químicas de sus elementos, y en cuantitativa idéntica a éstos, como el color azul de una solución de sal de cobre, depende de la riqueza de sal de cobre que contiene: por esto la vida es tan ínfimamente arsenical, por eso es tan ínfimamente cádmica. El no hallar jamás un elemento en los análisis no permite negar su existencia, bien en materiales por analizar, bien en cantidades inferiores a las ínfimas que la análisis acusa. La vida es pues, una contingencia química.

### Capítulo sexto.

Dependiendo en primer término la tolerancia del organismo, para los diferentes elementos químicos de la mayor o menor aptitud biogénica de éstos, se comprende la importancia práctica que tiene el conocimiento de la composición elemental de la materia viva, toda vez que ella

no ha de dar la mejor explicación de la acción fisiológica que sobre el organismo ejercen los diferentes cuerpos simples, acción cuyo íntimo mecanismo ha dado lugar á numerosas hipótesis y leyes casi tan pronto ideadas como desechadas por no poder generalizarlas y no convenir mas que al grupo de elementos sobre los que se hizo la experimentación.

Como dice Richard no es muy propio hablar de acción fisiológica de los cuerpos simples, toda vez que éstos no circulan aisladamente por la economía. Los elementos químicos permanecen inactivos, mientras no se combinan con otros elementos o grupo de elementos durante su paso por el organismo. Así el hidrógeno, se absorbe, pasa a la sangre y como no encuentra en ella en estado libre ni el cloro, ni el oxígeno con los que podía combinándose satisfacer

sus afinidades químicas, se elimina sin haber dado señal de su travesía. Igual sucede con el nitrógeno. Pero el cloro en cambio ácido de hidrógeno descompone la materia viva con la que se pone en contacto para aprovecharse del hidrógeno de esta. La inocuidad de muchos metales pesados, se explica también por la imposibilidad de formar compuestos durante su paso por el aparato digestivo.

Los elementos químicos tienen pues solamente una acción fisiológica latente o aptitud fisiogénica, cuya razón de ser ha dado mucho que discutir a biólogos y terapeutas. Distinguido en extenso queda cuanto se refiere a la relación que pueda existir entre el peso atómico de los cuerpos simples y su aptitud biogénica, habiendo convenido con que en general los elementos preyerianos ocupan los primeros lugares en la escala creciente de pesos atómicos, aunque ~~desta-~~

echando todo intento de convertir en regla absoluta tan general principio. Pues bien; siendo indiscutible que la composición de la materia viva es lo primero que debetomarse en cuenta al tratar de la mayor o menor tolerancia de ésta hacia los diferentes elementos químicos, es racional que se haya pretendido relacionar con los pesos atómicos las aptitudes fisiogénicas de éstos, como antes se hizo con sus aptitudes biogénicas.

Mas apesar de los esfuerzos para conseguir a este respecto una ley general, no se ha logrado nada definitivo; y no solo no es posible fundar en los pesos atómicos una clasificación de los elementos químicos según su aptitud biogénica, sino que lo que conviene a un grupo de elementos es lo contrario de lo que se deduce estudiando un grupo diferente. Aní Boucharlat y Cooper trabajando con ~~los~~ los me-

metaloideos monovalentes pudieron convencerse de que en ellos su actividad fisiológica, está en razón inversa de su peso atómico y así va disminuyendo del fluor que tiene 19 como peso atómico, al cloro con 35, al bromo con 80 y al yodo con 127.

Rabuteau y Blackie en cambio dedujeron de sus experimentos lo contrario, es decir que la acción fisiogénica de los elementos aumenta con el peso atómico en los metaloides divalentes y en los metales como lo prueban numerosos ejemplos. En el segundo grupo de metaloides tenemos el oxígeno = 16; azufre = 32; selenio = 79 y telurio = 127. En los metales monoatómicos los pesos atómicos son: litio = 7; sodio = 23; potasio = 39; rubidio = 85 y cesio = 133, y efectivamente el potasio es más tóxico que el sodio, pero en cambio Huseman demuestra que el litio que debía ser se-

que la ley de Rabuteau el más inofensivo, es más tóxico que el potasio y el sodio.

Entre los metales alcalinotérreos cita en su favor Rabuteau que el bario = 127 es el más tóxico que el calcio = 40; pero a neutralizar este hecho viene la observación de Richet demostrando que el magnesio = 24 es más tóxico que el calcio.

Para explicar aun quié tan grande en los resultados, que hacen imposible el justo empeño de encontrar la ley general que nos diera la medida de la acción fisiogénica de los elementos químicos, se han aducido numerosas razones, tan justas todas, que hacen pensar que tal vez tengan fundamento las leyes ya citadas apesar de que sus resultados sean al parecer tan falsos, por estar disparados con los resultados naturales de circunstancias secundarias que ni en el fondo en nada atacan la verdad de la ley, en la prác-

tico convierte a ésta en la más inútil de las especulaciones. En primer término no debe olvidarse nunca, como hace observar Marques, que en igualdad de otras condiciones un elemento será menos tóxico que otro, si aquél forma parte y éste es extraño a la composición del protoplasma vivo sobre el que se experimenta; esto explicaría que el magnesio, por ejemplo, con 28 de peso atómico, fuera peor tolerado que el calcio con 40 y el fluor con 19 peor que el cloro con 35.

También tiene forzosamente que atenderse a la observación de Lauder-Brunton que dice que no es igual que el cuerpo, obra sobre el sistema nervioso, que sobre la sangre, los vasos, etc, es decir que la importancia de la acción de aquel depende más a veces que de la naturaleza de él, de la función e interés de la parte afectada.

Por último admitiendo con Richard que los elementos químicos, no tienen más que aptitud fisiogénica, y que necesitan entrar en combinación a su paso por el organismo para que ejerzan su acción fisiológica, hay que suponer que este segundo elemento o grupo de elementos pueden modificar en más o menos grado la acción del cuerpo simple que consideramos. Para por ejemplo el sodio cuyos compuestos tienen acciones del todo diferentes que hay que atribuir al elemento electropositivo que va unido al sodio que es factor común a todos ellos: así el cloruro desempeña un importante papel en la economía como mantenedor del equilibrio osmótico de los humores; el bromuro es un activo moderador del sistema nervioso que obra sobretudo sobre la corteza cerebral;

el hidrato es un cáustico energético; el carbonato y bicarbonato es una sal alcalina antiácida; el sulfato un buen purgante y el salicilato el medicamento específico del reumatismo articular agudo.

Todas estas razones nos convencen de la dificultad que implica la tarea de deslindar la acción fisiológica que corresponde a los diferentes elementos químicos, condición sine que non para poder encontrar la ley general a que aquella obedeciera.

Lo único que favorece esta tarea es el hecho evidente de que la mayor parte de los elementos imprimen un sello especial a todos sus compuestos que en muchas ocasiones pueden emplearse casi indistintamente, por presentar las mismas indicaciones. Así vemos que todas las sales de hierro se utilizan en las clorosis y anemias

4  
contar parecido resultado que cada autor muestra predilección por un compuesto distinto, señal clara de que ninguno de ellos tiene una superioridad indiscutible. Igual puede decirse de las sales de mercurio, todas ellas útiles por el metal contra las manifestaciones sífilíticas. No siempre es el metal el que imprime carácter en la acción del compuesto, sino que en muchos casos aquella depende del elemento electropositivo, y así vemos que todos los bromuros, obran con distinta intensidad, pero en igual sentido sobre la corteza cerebral.

El cloro es gaseoso, el bromo líquido y el yodo sólido que se volatiliza; pues bien los cloruros son más volátiles que los bromuros, y estos más que los yoduros. Esta graduación tan típica entre los metaloides halógenos en lo que respecta a sus propiedades físicas, se observa también

entre los compuestos orgánicos en los que ellos intervienen: así el cloroformo es un líquido muy volátil, el bromoformo, líquido espeso poco volátil, y el yodoformo sólido. Lo que sucede con las propiedades físicas y químicas, pasa con las propiedades fisiológicas, tóxicas y terapéuticas.

Si en el metano  $\text{CH}_4$ , vamos substituyendo átomos de H por átomos de Cl, obtendremos todos los derivados clorados previstos en teoría:  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ;  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ;  $\text{CCl}_3\text{H}$  y  $\text{CCl}_4$ . El  $\text{CH}_4$  es un cuerpo inerte desde el punto de vista fisiológico, y en cambio todos sus derivados clorados ejercen una acción electiva sobre el sistema nervioso central, siendo todos ellos marcadamente anestésicos. Ahora bien: en terapéutica solo se usan el cloruro de metilo  $\text{CH}_3\text{Cl}$  y el hidrometano o cloroformo  $\text{CCl}_3\text{H}$ , pues aunque los otros

dos derivados clorados son anestésicos también, predomina en ellos la toxicidad, y obsérvese que son los compuestos usados, precisamente los asimétricos por tener un número impar de átomos de cloro. Además si este elemento lo introducimos en el siguiente hidrocarburo, el etano  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ , tenemos el cloruro de etilo,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ , que es un anestésico de uso corriente y también de estructura asimétrica.

No solo concede el cloro a los hidrocarburos esa acción tan especial, sino que si en el etanol o aldehído etílico  $\text{CH}_3 - \text{CHO}$ , substituimos los tres hidrógenos del grupo metilo  $\text{CH}_3$ , por otros tantos átomos de Cl, obtendremos el tricloroetanol o cloral  $\text{CCl}_3 - \text{CHO}$ , que es el tipo de los hipnóticos. Vamos ahora a pasar rápida revista, confirmando lo dicho del efecto privativo común de Cl a la terapéutica

7  
arsenical, y oxidada y fosforada, como ejemplos mas claros y mas útiles, de la conservación de la acción fisiogénica de los elementos, en todos sus compuestos.

### Arsénico.

Hasta hace pocos años, hasta el comienzo casi de este nuevo siglo, se creía que el arsénico, no era compuesto normal de las células del organismo humano y en Medicina legal el hallazgo de indicios de arsénico en los materiales orgánicos, era suficiente para afirmar un envenenamiento. Hoy se sabe que todas las células contienen átomos arsenicales, sobretudo las de algunos tejidos y órganos. La cantidad de arsénico es infinitesimal, pero una serie de pacientes investigaciones han demostrado, que la presencia de ella en la constitución de las nucleinas sobretudo es una necesidad imprescindible de ciertos tejidos a los que están encargados

funciones vitales de gran interés. Secundariamente se ha visto que la adición de arsénico a los materiales ingeridos ya por vía digestiva, subcutánea o endovenosa, determina una actividad extraordinaria en ciertas funciones orgánicas. En la elaboración de aquellas sustancias que se vierten en el plasma desprendidas de los elementos celulares ante el estímulo de un cuerpo antigénico, los átomos de arsénico tienen una influencia interesante.

Este hecho explica el empleo de la terapéutica arsenical en las afecciones parasitarias e infecciones, pues aunque directamente nada haga contra los gérmenes causantes de las enfermedades que se tratan, estimula en gran manera las defensas orgánicas. Por esto Corti, Giddensham, Morton, etc empleaban ya el arsénico en forma de licor de Fowler, o de arseniato, en las formas subagudas y crónicas de paludismo, pues excita los

órganos hematopoyéticos facilitando la restauración del terreno hemático alterado por el hematoxarismo; y más tarde cuando fueron descubriéndose los compuestos orgánicos de arsénico suplieron con ventaja a los primitivos preparados pues careciendo de la toxicidad de éstos, tenían igual acción fisiológica permitiendo extender los beneficios de la medicación arsenical a los estados agudos del paludismo, a la enfermedad del sueño, con los trabajos de Laveran, Mesnil y Thomas, y por último con el genial descubrimiento de Ehrlich a una de las enfermedades más terribles de la humanidad, la sífilis.

La medicación arsenical ejerce una acción excitadora de la hematopoyesis, multiplicando como lo han demostrado Vidal y Mercklen los glóbulos rojos, y los leucocitos según demostró Beresdka. Mejora por otra parte la nutrición celular y determina aumento de peso del cuerpo:

no solo despierta el apetito digestivo sino tambien el intracelular e intraorgánico haciendo que se coma mas y se aproveche mejor, y por lo que respecta a la relación arseníca ó sea la relación entre el nitrógeno correspondiente a la urea y el nitrógeno total de la orina sube de 73 y 85 a 88 y 94, lo que resulta la mejor prueba de lo que mejora la nutrición celular.

El arsénico ejerce pues una acción estimuladora general, comprobada en la hematosis, en la digestión, y en la nutrición y que se traduce tambien en la circulación y en la respiración; de aqui un aumento en la materia y en la fuerza, en el aspecto y en la energia, en el volumen, peso y coloracion, y que sin desconocer la acción anti séptica indirecta y cuyo mecanismo hemos ya señalado de la medicación arsenical en el paludismo, tripanosomiasis, sífilis, etc, esta encuentra sus mas evidentes indice-

11 ciones en los estados de debilidad general y de perturbación en los cambios nutritivos. De aquí la eficacia del arsénico, en el tuberculosis, aun cuando directamente nada hace contra el bacilo de Koch.

El arsénico era pues empleado por todo el mundo desde antiguo; pero la toxicidad de sus productos ponía estrecho límite a su uso mas enérgico y general. La terapéutica en cambio descubrió en él, las dos cualidades esenciales repetidas, que fueron desde un principio codiciadas, la acción tónica, y la acción antiparasitaria. Naturalmente esta última acción no se había impuesto a la atención del mundo médico hasta después de la era pasteuriana, es decir cuando la teoría parasitaria hubo adquirido en la ciencia el lugar preponderante que en la actualidad ocupa. Pero nuestros predecesores ignorando la naturaleza de las accio-

12  
nes producidos por el arsénico en las enfermedades infecciosas, no habian dejado de comprobarlas, y los resultados terapéuticos son bajo este punto de vista muy instructivos. Las razones efectivas de estas dos acciones, están aun rodeadas de cierta obscuridad, pero las recientes teorías parecen haber puesto en claro una parte de su mecanismo. Así Richard atribuía la actividad del arsénico a la acción producida sobre los órganos hematopoyéticos; produciría la destrucción de una parte de los glóbulos blancos, acción que en cierto modo se parece a la de los rayos Röntgen. La destrucción de los leucocitos, pondría en libertad los fermentos leucocitarios, que sabemos son esencialmente antiparasitarios y microbicidas. No es posible pasar por alto a este propósito, lo que decía Wecker de los resultados terapéuticos obtenidos en la leucemia y en la esplenomegalia a

la vez, por los rayos X empleados contra ellas en estos últimos tiempos, y por el arsénico con el cual se han tratado desde largos años.

Podríamos citar gran número de afecciones en las que las dos acciones del arsénico, fueron constantemente puestas a contribución con gran ventaja. La tuberculosis, la disrosis; las anemias perniciosas figuran en este número y también el paludismo, aunque en él como sucedía con otras evidentes indicaciones del arsénico, se encontraba el clínico con el inconveniente de que la dosis activa era intolerable dada la gran toxicidad del producto.

Durante mucho tiempo la opinión general consideraba la actividad terapéutica del arsénico, como ligada indisolublemente a sus propiedades tóxicas, y por esto tardó más de 50 años a encontrar aplicación el genial descubrimiento de los arsenicales orgánicos que con los me

114.

han permitido aprovechar las maravillosas cualidades del arsénico que fueron conocidas, pero de aplicación muy restringida en los antiguos productos minerales a base de arsénico justamente immortalizados como el licor de Fowler, los líquidos de Boudin y de Pearson, píldoras de Dioscóridas, etc.

El origen de esos estudios fué el ácido cacodílico o licor fumata de Cadet, descubierto por Cadet de Gassicourt en 1750 y empleado por vez primera por Fackemi de Darmstadt por los años 1870 al 80, una vez probada su inocuidad por Bunsen en 1842.

En las enfermedades cutáneas, fué donde primeramente los arsenicales orgánicos demostraron sus primeros éxitos, preludivando una larga serie de aplicaciones terapéuticas en las que se mostraron agentes a la vez activos y fácilmente

manejables. Tras los cacodilatos, vinieron los metilarsinatos, los altilarsinatos, etc compuestos en los que encontramos las dos mismas cualidades del arsénico, tal como los hemos descrito precedentemente, es decir el valor tónico y el antiparasitario, pero los encontramos en un grado mucho más elevado, por el hecho de permitir los arsenicales orgánicos una administración mucho más intensa y dosis mucho más elevadas.

Tratando de conseguir cadáveres preparados arsenicales orgánicos más perfectos se llegó recientemente por Ehrlich-Hata a la renombrada preparación "606" o arsenobenzol que es imposible dejar de reconocerle un valor específico contra el Treponema de Schaudinn, y que dada la frecuencia de la sífilis en el hombre y su distribución geográfica ha sido rápidamente estudiado, comprobado, experimentado

y alabado principalmente como agente antisifilítico; pero no se limita aquí su campo de acción y las dos características que presenta de producto arsenical y de compuesto orgánico hicieron presumir debía tener otras indicaciones derivadas de estas condiciones, presunción que la práctica ha demostrado era muy justa. Cura de modo sorprendente y casi infalible la framboesia o pian, afección análoga a la sífilis y hasta según algunos identificable con ella; constituye el mejor tratamiento del tifo recurrente, y aun de la angina de Vincent en aplicaciones externas; obra ~~análogo~~ análogamente al aloxil, como es lógico, en la tripanosomiasis; resulta aconsejable en la malaria, y se ha ensayado aunque no con tan evidentes resultados en la viruela, botón de Oriente

17 y otras muchas afecciones para las cuales no se han deducido todavía definitivas conclusiones.

El dioxidiamido arsenobenzol, y el más reciente novarsenobenzol o "914" de idénticos efectos han coronado gloriosamente tan larga y laboriosa serie de trabajos encaminados a despojar al arsénico de su poder tóxico, que limitaba en gran manera las teóricas indicaciones de sus compuestos minerales, conservándole sus ideales propiedades fisiológicas, extendiendo en consecuencia de tan completo éxito las indicaciones terapéuticas de ese elemento, aunque aprovechando siempre las propiedades tónicas y antiparasitarias del metal macho de los alquimistas, con un poder considerablemente aumentado, gracias a los estudios que en realidad comenzó Gautier y terminó el sabio alemán Ehrlich.

Del yodo al yodoproteido -

Análogamente a lo que pasa al arsénico, cada día es mas extenso el campo que en la terapéutica ocupa el yodo, pues a medida que se va profundizando en el estudio de su acción fisiológica se aumenta el número de sus indicaciones.

Desde que Courtois en 1811 descubrió este elemento en las aguas madres de las cenizas de las algas, ha sido objeto su acción fisiológica de numerosos trabajos que han contribuido no solo a establecer científicamente las indicaciones terapéuticas de tan importante metaloide, sino indirectamente tambien a conocer la función de cier-

9 las glándulas antes un enigma, y la patogenia de ciertos procesos que eran hasta entonces tema inacabable de constantes discusiones.

Desde luego llamó la atención lo muy repartido que se halla el yodo no solo en el mundo inorgánico sino también en las plantas y animales. Nadie mejor que Gautier ha estudiado esta cuestión, llegando a establecer la especie de ciclo de transformación de la materia yodada en la superficie del globo.

El yodo existe en el aire, en el agua y en la tierra. En el aire se puede suponer teóricamente que podría existir en una de estas tres formas: 1<sup>o</sup> en estado de yodo libre, de ácido yodhídrico o de cuerpos orgánicos yodados volátiles; 2<sup>o</sup> en estado de yoduros minerales (alcalinos o alcalino-terrosos) y 3<sup>o</sup> en forma de combinaciones com-

120.

plejas (esquirofitos, esporos yodados, etc). Gautier trató de comprobar la existencia de yodo en la atmósfera en estos tres estados y probó que solo existe en la tercera forma y que en lo que respecta a la cantidad la atmósfera marina tiene más de diez veces más de yodo, que la de los continentes, de lo que lógicamente cabe suponer el origen marino del yodo de la atmósfera.

El yodo del aire de mar tiene que proceder de la inmensa red criptogámica con el nombre de plankton existe en la superficie de las aguas de los mares, y que pulverizada por los vientos pasa a la atmósfera marina siendo transportada luego a la de los continentes.

Hasta Gautier era clásico admitir que en el agua de mar el yodo estaba en forma de yoduros alcalinos, pero no

hay tal cosa, pues si tal sucediera este yodo mineral sería transformado en orgánico por los seres vivientes. Cuando estos seres mueren sus residuos pulverizados y arrastrados por los vientos que forman las olas aseguran la provisión yodada de la atmósfera. Solo a cierta profundidad donde no pueden tener lugar los fenómenos de asimilación, que se verifican con la influencia de la luz solar, es donde existen disueltos yoduros metálicos procedentes de los terrenos.

Por otra parte las aguas de lluvia arrastran el yodo atmosférico que va a parar a las aguas de río en las que tiene que ser por lo tanto insignificante la proporción de este elemento.

Existiendo yodo en el agua, en la tierra y en el aire,

2 tiene que haberlo en las plantas acuáticas, terrestres y marinas, sobre todo en estas que fué donde lo descubrió Courtois, y que eran empleadas por sus propiedades terapéuticas desde la antigüedad mas remota. Entre las fluviales tenemos los berros que se distinguen tambien por sus propiedades medicinales.

El yodo existe por último en los animales, principalmente en los marinos. Gley y Bourcet han demostrado que hay yodo en todos los órganos y medios del conejo a excepción del cerebro, globos oculares, páncreas y grasa. En el hombre existe tambien pero en proporción insignificante si se compara con la cantidad que existe en el tiroideo, órgano que parece encargado de fijar el yodo, formando un compuesto albuminico, la tiroyodina ó yodotirina des-

3 cubierta por Baumann que desempeña un papel de capital importancia en la nutrición del organismo.

Las múltiples indicaciones de la terapéutica por el yodo son natural consecuencia de las múltiples acciones fisiológicas de este elemento, las cuales, en grado mas o menos grande, pueden verse lo mismo en el cuerpo simple que en cualquiera de sus compuestos numerosos.

El yodo es en primer término un poderoso estimulante del sistema linfático, del cual puede considerarse como el medicamento específico; y de aquí que sea el remedio mas eficaz en la cura de la escrófula. Claro es que hoy no se piensa como Lugol el principal vulgarizador del yodo en las enfermedades escrófulosas, que este tenga virtud tífal y específica contra todas las formas de la escrófula desde la simple adenitis, hasta la caries ósea o la

124.

degeneración tuberculosa de los ganglios mesentéricos, pero no puede negarse que no se dispone de modificador más poderoso que este metaloide para oponerse a este grupo numeroso de formas morbosas que dependen del linfatisimo, como tampoco puede negarse que en muchos casos goza de una real eficacia contra la misma diatesis escrofulosa.

El oponerse, por otra parte, el yodo a los procesos de esclerosis es también una razón suficiente para prescribirlo con suma frecuencia. Claro es que la esclerosis es en cierto modo un proceso fisiológico y aun natural, que constituye el fin del funcionamiento normal del individuo y que puede ser considerado como la patogenia de la vejez; pero no es menos cierto que puede ser prematuro el envejecimiento de los órganos y que por este motivo entra la esclerosis en el cuadro patológico encon-

5. Tanto en el yodo su principal y casi único enemigo.

El yodo actúa con preferencia sobre los medios normales de defensa del organismo contra la infección, provoca la leucocitosis, deshace las bacterias y destruye sus toxinas, presentándose como el principal agente de la mononucleosis. Este hecho explica el empleo cada día más generalizado, del yodo como antiséptico, y su acción específica y casi heroica contra las micosis, como la actinomicosis. por ejemplo, que ~~cada~~ al yoduro de potasio de modo sorprendente.

Fáltanos hablar de la acción trópica del yodo que justifica también muchos de sus usos. Conocida la patogenia del mixedema fué natural hacer intervenir en ella al compuesto albuminóideo yodado que forma del 0'20 al 0'50 por 100 del peso del tiroideo, y que debe intervenir de modo interesante en los procesos íntimos de la nutrición. Justifica esta premisión el que sea para esa enfermedad en sus mil-

tiples tipos, la yodotisis es su principal remedio, y los resultados halagadores que se consiguen con igual preparado en la obesidad y algunos otros procesos.

Estas diferentes acciones del yodo se consiguen por lo común con todos sus compuestos, pues corresponden de modo principal al metaloide, pero puede conseguirse preponderantemente una u otra según la forma con que al yodo administremos. Así, si como hace el Dr. Royo dividimos la medicación por el yodo en tres grupos: 1º yodica (yodo en substancia): 2º yodurada (yoduros metálicos) y 3º yodhidrica (compuestos orgánicos de yodo); habremos de convenir que la primera tiene de un modo principal una acción antiséptica y reulsiva, la segunda acción vasodilatadora que se utiliza sobre todo en los procesos de esclerosis, y la tercera se caracteriza por la acción trófica casi en absoluto.

No obstante los preparados orgánicos de yodo pueden substituir sin menoscabo en los beneficios a los yoduros, en las indicaciones de éstos, cuando por la necesidad de prolongar la medicación han sobrevenido accidentes de yodismo, que apenas se conocen en aquellos; y esto prueba que lo que da carácter a todos los preparados en que el yodo interviene es sin duda alguna este metaloide.

El Dr. R. Carracido en su discurso de ingreso en la Academia de medicina nos explica y razona el mecanismo de acción de los compuestos de yodo de modo convincente, considerando a éste como oxidante indirecto. Sabemos, dice, que los halógenos en presencia de materias oxidables descomponen el agua cediendo a éstas el oxígeno; y esta reacción que in vitro es evidente a suponerse le tiene lugar in vivo fijando el oxígeno en la materia hálil del protoplasma.

28 El yoduro de potasio se elimina por la orina sin alteración, y este hecho parece indicar que el único papel que desempeña aquella sal es aumentar la presión osmótica; pero esa deducción es inadmisibile, pues la acción del yoduro es específica y tiene que atribuirse al yodo que contiene.

Del mismo modo que el cloruro férrico disuelto en el agua, va sufriendo una disociación lenta en sus dos iones en presencia de los del agua, igual sucede con el yoduro que sufre una disociación lenta formándose ácido yodhídrico como término correlativo a la unión del oxidrilo con el catión. En el interior del organismo esta disociación tiene un gran refuerzo por la intervención de ciertas zimaras capaces de producir con el yodo libre, ácido yodhídrico que

9  
como poderoso reductor en presencia del oxígeno favorece en gran manera las oxidaciones. De modo que aunque los yoduros se eliminen en igual forma en que son ingeridos, no puede suponerse que atraviesan el organismo intransformados, sino que producen yodo o ácido yodhídrico que son los que explican la acción de aquellos compuestos.

Las grasas yodadas como la yodipina que producen iguales efectos que los yoduros pero con menores dosis, se eliminan en forma de yoduro alcalino por lo que el criterio de eusología impone admitir la descomposición intraorgánica de los yoduros.

El yodo se combina con las grasas orgánicas dotándolas de una aptitud tan grande para ser quemadas que pue-

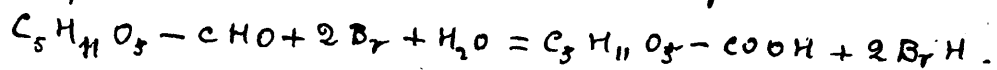
de explicar esto el enfraquecimiento de los organismos sometidos al tratamiento yódico. Análogamente el yodo tiene facilidad de combinarse con las materias albuminosas, facilitando por igual motivo la destrucción de las materias proteicas, aunque en grado distinto según la índole de estas: Búiz llamó la atención sobre la resistencia del tejido nervioso que contrasta con la alterabilidad ante el yodo de los tumores gomosos, por lo cual se explica la eficacia de la medicación yódica en aquellas formaciones neoplásicas.

De todo lo cual es muy lógico deducir que el yodo, ya se administre en estado libre, ya sea el resultante de la disociación de los yoduros o de los preparados orgánicos yodados, actúa siempre como estimulante de la oxidación orgánica, acción que tiene como fundamento

la reacción indicada mas arriba de descomposición del agua por los halógenos cuando están en presencia de materias oxidables.

Del bromo al bromoproteido.

La explicación que da el ilustre Canacido al yodo de oxidante indirecto, lo hace extensiva a todos los halógenos y por lo tanto al bromo. Este como el yodo y los otros dos metaloides monovalentes, es capaz de descomponer el agua en presencia de materias oxidables y así por ejemplo transforma la glucosa en ácido glucónico



De lo cual pudiera deducirse que la acción fisiológica del bromo tiene el mismo fundamento que hemos resona-

do pare el yodo.

El bromo parece estar poco extendido en las formas terrestres de vida y deber su existencia en ellas a la alimentación con animales marinos, pues aquel elemento es constante en todos los vertebrados de mar. Los vegetales dice Carbonell, gozan de la propiedad de privar a las aguas pluviales del bromo que en ellas se disuelve.

Gauze y Rabiteau comprueban separadamente que la orina normal del perro y del hombre cuenta entre sus elementos aquella especie simple que Paderi señala a la vez en la glándula tiroidea.

La existencia del bromo en el sistema nervioso central promueve el biólogo americano que tal vez sea uno de las causas fatales de la intelectualidad del hombre. Lo que no puede negarse es que la importancia debe

33 / acción fisiológica del bromo, le pone de manifiesto las virtudes terapéuticas de los bromuros, que es la manera indirecta que tenemos de conocer aquella, toda vez que no es usado ya en medicina el bromo en substancia.

Desde luego llama la atención la antitesis que existe entre los efectos y por consiguiente las aplicaciones terapéuticas de los yoduros y bromuros, oposición que tiene por achocarse a los elementos electronegativos, ya que son comunes los metales que en estos compuestos entran.

Los yoduros y el yodo oponiéndose en esto a los compuestos orgánicos de yodo, son hipertensores a dosis terapéuticas, si bien más que a esto deben sus efectos en las afecciones cardiovasculares, a la acción sobre el sistema linfático y la sangre, disminuyendo la viscosidad de esta y modificando la nutrición de las paredes arteriales.

Las esclerosis viscerales y la arteriosclerosis que es la responsable de aquellas son elementales indicaciones de los yoduros.

Nada de esto sucede con los bromuros que aun prescindiendo por no haberse comprobado de la opinión de fermann del que qui-  
no hacer de ellos un medicamento vasoconstrictor explicando por  
ese mecanismo la acción sobre el sistema nervioso, contrariamen-  
te a los yoduros evidentemente vasodilatadores, es indudable  
que su acción sobre la circulación puede resumirse en tres  
fenómenos importantes: 1º debilitación del centro cardiaco, 2º  
retardo del pulso y 3º descenso de la presión arterial. Apenas  
si encuentra fundamento la terapéutica en estos efectos para  
deducir indicaciones formales de los bromuros en afecciones car-  
diovasculares, careciendo en absoluto de la eficacia clara  
que en muchas de ellas tienen como hemos dicho los yo-  
duros.

Los bromuros en cambio ejercen su principal acción sobre

el sistema nervioso y en la patología de él, encuentran aquellos sus más oportunas aplicaciones médicas. Todos los compuestos de bromo lo mismo los minerales que los orgánicos tienen aunque en diferente grado la acción sedante y depresora del sistema nervioso correspondiente al bromo, y principalmente manifiesta con los bromuros alcalinos. Experimentalmente demostró Albertoni que en los conejos disminuía la excitabilidad de la corteza cerebral, hasta el punto de que la excitación eléctrica de sus zonas motoras no provoca los clásicos accesos epilépticos: esta depresión de la actividad se extiende también a las zonas sensitivas y psíquicas del cerebro y aun como demostraron Schiff y Arsenau a los centros medulares. Por esto son los bromuros el medicamento heroico de la epilepsia, y constituyen una

buena terapéutica sintomática de todo clase de accesos convulsivos (eclampsia, tetanos, intoxicación por la estricnina), manifestaciones de eretismo nervioso, afecciones espasmódicas, neurosis cardíacas, etc.

Igual antagonismo encontramos si elegimos otros dos compuestos de constitución química tan homóloga como el bromoformo y el yodoformo. Aquel de propiedades físicas análogas al cloroformo, líquido volátil de olor etéreo, había sido clasificado por Rabuteau entre los anestésicos, pues en efecto como todo compuesto de bromo ejerce su acción sobre el sistema nervioso determinado rápidamente y principalmente en los niños una somnolencia invencible que si la dosis es muy fuerte se convierte en coma y asfixia. Estos peligros hacen que no se utilice el bromoformo en este sentido, pero en cambio constituye un excelente remedio contra las toses

espasmódicos y muy especialmente contra la tos ferina.

No puede ser mas opuesta la acción del yodoformo, que de poca aplicación al interior, constituye en aplicaciones tópicas un excelente antiséptico contra las tuberculosis quirúrgicas, chancro blando, heridas sépticas anfractuosas y caritarias, etc. etc, seguramente porque se produce yodo en estado nascente que es un poderoso antiséptico.

La oposición pues entre los compuestos lo mismo minerales que orgánicos de bromo y yodo existe, no puede ser mas completa y tiene que atribuirse a la distinta acción fisiológica de estos dos vecinos metaloides.

### Del fósforo á la lecitina.

Y vamos a decir dos palabras de la medicación por el fósforo, que es otro típico ejemplo de la afirmación hecha mas

38 arriba de que cada elemento suele imprimir un carácter especial en la acción fisiológica de sus compuestos, del cual pueden deducirse las indicaciones terapéuticas de éstos; y como en aquella interviene como ya sabemos en término primero la composición elemental de la materia viva sobre la que actúa el medicamento, se deduce una vez más el interés que tiene en terapéutica el conocimiento de lo que constituye el tema de esta tesis.

La existencia del fósforo en el organismo humano es conocida desde 1669 en que Brant comerciante arruinado de Hamburgo y alquimista por afición, lo descubrió en la orina. Durante muchos años solo se conocía fósforo en los huesos en forma de fosfato de cal, pero luego se comprobó en forma de fosfoglicerato en las lecitinas que son

grasas fosforados que constituyen parte esencial del sistema nervioso; y se afirmó existía en las nucleinas que son albuminoides fosforados que entran en la constitución de los epitelios, llegándose por fin al convencimiento de que existe fósforo en todos los tejidos y medios del organismo, exceptuándose solamente de esta regla el tejido elástico. Ya Bouchard decía que sin fósforo ninguna célula puede formarse ni subsistir. Puede decirse que todos los órganos están bañados en un medio fosforado indispensable para su funcionamiento en el cerebro por ejemplo que goza del privilegio de la mayor riqueza en fósforo se considera este como el precioso sostén bioquímico del funcionamiento psíquico de aquel centro nervioso. La capacidad cerebral está en relación para la evolución con el grado de saturación fosfórica, y la eliminación renal de fósforo unido por consiguiente al estado últe-

lectual de los hombres.

Existe fósforo en las heces fecales procedente de los alimentos en su parte no aprovechada, y en la orina como expresión del desgaste diario de los compuestos fosforados del organismo. En kilo y medio se calcula el peso del fósforo que contiene este, y en cuatro gramos la cantidad de fosfatos ácidos de cal, sosa y magnesia eliminadas diariamente.

Siendo el tejido óseo y el sistema nervioso los más ricos en fósforo, es de suponer que sobre uno y otro ejercerá su principal acción este elemento y que en las enfermedades de esos dos sistemas encontrará el fósforo sus más importantes aplicaciones en medicina.

Wagner y Kassowitz dicen que el fósforo parece acelerar la ossificación de las epífisis, favorecer la excesiva producción de tejido compacto y reducir permanentemente los vasos de los conductillos de Havers, acción que si se prolonga

h/ puede terminar por la necrosis ósea. Se achacó al fósforo provocar la degeneración adiposa de los parenquimas, fundados en la autotomía patológica de la intoxicación fosforada, pero en 1870 Ramier demostró que tal acción es solo aparente pues lo que hace el fósforo es destruir los albuminoides del protoplasma quedando solo las grasas y figurando por lo tanto una transformación de aquellos en estos.

Pero casi la acción mas interesante del fósforo, es la que ejerce sobre el sistema nervioso y la nutrición general, excitando aquel y acelerando esta. Aumenta con el fósforo la cantidad de orina y la proporción en esta de los materiales sólidos: aumentan los cambios nitrogenados y disminuye el ácido úrico lo que prueba una asimilación mas completa del nitrógeno. Por esto además de en el raquitismo y osteomalacia enfermedades en las que existe una intensa desmineralización

42 atribuida por algunos a la producción de ácido láctico en el intestino y caracterizada sobre todo por grave fosfaturia; además de esto repito son indicaciones claras de la fosfoterapia los estados de decaimiento del sistema nervioso como la neurastenia, convalecencias, cansancio, anafrodisia etc, y las insuficiencias de la nutrición como la caquexia gotosa, la diabetes en sus periodos terminales, obesidad, caquexia triglica, fosfaturias, etc.

Estas acciones corresponden al fósforo, y por consiguiente se observan igual con este metaloide tomado aisladamente, que en sus compuestos múltiples minerales u orgánicos en que aquel puede administrarse, con lo cual no pretendemos decir que es indiferente la forma en que se dé el fósforo, pero si señalar que las marcadas diferencias comprobadas en clínica en los efectos de todos esos compuestos son debidas a circunstancias secundarias que hacen mas o menos aprovechadas

o aprovechables las virtudes terapéuticas del fosforo. Así por ejemplo los peligros de una grave intoxicación hacen desecharse con por completo el fosforo en sustancia, y la insolubilidad de los fosfatos hacen muy problemática su absorción, mas fácil en los hipofosfitos que son mas usados, y perfectamente demostrada en los glicerofosfatos y lecitinas que encuentran por esto la preferencia de todos los clínicos pero que obran igual que el fosforo en sustancia aunque con menor peligro.

### Concepto de alimento, medicamento y veneno.

Ya hoy no existe el empeño de autismo de dar definiciones exactas, de cosas en realidad indefinibles: por esto ya los autores modernos no pierden tanto tiempo como los de hace medio siglo en largas críticas de las meduras definiciones que tras de mucho discursar lograron confeccionar sus con-

temporaneos, acerca de medicamentos, alimentos y venenos. Y tanta polémica se explica ciertamente pues tiene que resultar difícil encontrar modo de distinguir esos conceptos; toda vez que una misma substancia y para lo que a nosotros nos importa un mismo elemento químico puede recorrer esas tres fases.

La vulgar acepción de medicamento, que dice que es "toda substancia empleada con el fin de curar", es como muy bien dice Manquat menos defectuosa que otras que alardean de completas, pues comprende tanto a las substancias que obran sobre el elemento enfermo, como a las que se oponen a la función perturbada, ó atacan la causa de la enfermedad, permitiendo considerar como tales los antisépticos en breves lógicas excluidos en las definiciones que ponen como caracter esencial de los medicamentos la acción directa sobre el organismo en que actúa.

Como curiosidad histórica solamente cabe recordar de paso

45 la definición que da de medicamento el genial fisiólogo Claudio Bernard, que a buen seguro no aumenta con ella su justa inmortalidad: dice que medicamento es todo cuerpo extraño al organismo que introducimos en él para obtener efectos determinados. No merece la pena de que nos detengamos a señalar los defectos de esta definición que ni crítica merece: basta decir que según ella, el hierro, el cloruro de sodio, el fosfato de cal, etc. no pueden ser considerados como medicamentos. También histórica es la definición de Barbier de Amiens que distingue los medicamentos de los alimentos, en que aquéllos no pueden descomponerse ni transformarse en quito. Viega de plano, pues que los medicamentos sufren alteraciones químicas en el organismo, afirmación que tampoco merece la pena de discutirla.

Pasamos de largo las definiciones de fermán See, de Rabuteau, y de Vulpian, todas ellas parecidas y casi por igual defectuosas; pero diremos en cambio las dadas por Guinard en su

Therapeutique et pharmacodynamie par convenir muchos en que son de las mas perfectas.

Para él, alimento propiamente dicho es toda sustancia que previa elaboración y asimilación pasa a formar parte integrante del protoplasma. Con mejores palabras lo que dijo Barbier.

Medicamento verdadero, el que la terapéutica utiliza como modificador y agente terapéutico, es toda sustancia que por sus afinidades químicas tiende a producir en el protoplasma cambios de variable importancia, pero siempre temporales y nunca destructivos.

Veneno propiamente dicho es todo agente que por su acción química o impregnación excesiva del protoplasma modifica profundamente los elementos celulares, y hace entrar sus constituyentes en combinaciones nuevas irreductibles.

En estos conceptos, realmente exactos, no se niega que una sustancia pueda servir según los casos de alimento, medicamento y veneno, y la explicación de este fenómeno hasta

7 lo saciedad comprobado en la práctica, vamos a deducir la teoría, una vez que recordemos el concepto elemental de los tres aspectos ó fases que verosimilmente puede tener o por lo que puede pasar todo cuerpo simple.

En efecto todo lo que hasta ahora hemos dicho en lo que se refiere a esta cuestión, ha sido haciendo alusión a los medicamentos en la complejidad de constitución química con que la terapéutica los utiliza, por eso hemos sido tan concisos, pues dada la índole de nuestro trabajo, tan solo nos incumbe tratar en los tres aspectos en los elementos químicos, y no en sus compuestos, para los que, como decimos mas arriba, un heterogéneo complejísimo de leyes bioquímicas está por descubrir.

En páginas anteriores hemos explicado que como consecuencia de la posible adaptación elemental de la materia viva, el medio ambiente no es forzado para ésta sino totalmente circunstancial, siendo posible aquella adaptación hasta alcanzar el llamado máximo de adaptación cuya fijación no

48/

es posible ni aun aproximadamente para cada elemento, pero que según la hipótesis biógeno-telúrica está en relación con el porcentaje elemental de la composición química telúrica. El caso del zinc y del cadmio es el mejor ejemplo de esta curiosa teoría, según hemos ya detallado. La adaptación siempre gradual y progresiva puede llegar desde la cantidad que normalmente existe en el organismo de un cierto elemento, hasta alcanzar el máximo de adaptación de éste. Pasado este límite va sufriendo a su vez, conforme aumenta la cantidad ingerida del elemento hasta ~~ocurrir~~ la muerte. Esto quiere decir que la fase venenosa de todo elemento químico tiene lugar desde que se sobrepasa el máximo de adaptación, suponiendo que su ingestión tuvo lugar en condiciones óptimas, es decir, que el organismo ha ido sufriendo una gradual adaptación hasta llegar al límite de la tolerancia, o sea a soportar el máximo fijado por la teoría biógeno-

2 tóxica. De no existir esa prévia preparación será veneno un elemento químico desde que se sobrepase la cantidad que normalmente existe de él en el organismo. Después de todo, nada nuevo decimos con esto pues la práctica ha demostrado la diferencia de la dosis tóxica de un elemento, el arsénico, por ejemplo, para un mismo sujeto, según que la ingestión sea brusca o haya sido preparada por la ingestión de dosis crecientes y graduales a partir de una inicial inocua y que haya determinado una relativa inmunidad para aquel elemento. La inocuidad comprende dos aspectos: el de acción indiferente y el de acción beneficiosa, los cuales son comunes a las mismas sustancias. Inocuo es todo elemento que se ingiere en cantidad inferior a la normal contenida o por debajo de su máximo de adaptación ni se trata de

0. un organismo accidentalmente forzado. Parece que indicamos aquí el que para que un elemento pueda tener el carácter de inocuidad se necesita que tenga una representación en el organismo, y en absoluto esto no es exacto: las experiencias de Roussin y Papillon han demostrado la posibilidad de las substituciones elementales en el organismo, entre los cuerpos simples con analogías físico-químicas marcadas como el calcio, bario y estroncio, o el fósforo y el arsénico.

En estos casos la adaptación bien dirigida puede hacer inocuos esos elementos extraños a la composición química normal del organismo, hasta llegar casi a la total substitución del elemento integrante de la economía por su análogo, siempre que la proporción en que aquel exista sea inferior al máximo de adaptación del elemento análogo y extraño y que nunca puede ser rebasado sin que ocurra la decadencia es-

51 /  
 pecifica. Esto explica el mejor éxito de los experimentos de Roussin comparados con los de Papillon.

Lo esencial pues, y que marca la separación de esas dos grandes fases de todo elemento químico, la de inocuidad y la de inocuidad, es la determinación de su máximo de adaptación, que por desgracia est todavía hoy una utopía.

debemos insistir sin embargo sobre las escasas deducciones prácticas que cabe hacer de tan sugestivas teorías, pues no cabe extender a los cuerpos compuestos, lo dicho para los simples, toda vez que aquellos se rigen, repetimos, por complejas leyes bioquímicas en las que no podemos entrar, y porque no, son igualmente tolerantes a las agresiones químicas - todos los múltiples elementos autómicos que en-

2 / traen en la constitución histológica de los organismos, pudiendo solo recordarse como regla general, es que las células son tanto más delicadas cuanto más diferenciadas son morfológicamente y noble y elevada su función. Si bien pues estas complicaciones en nada contradicen el concepto sencillo que, basado en la adaptación elemental de la materia viva y directamente en la idea anónima citada por **Preyer** de la correspondencia entre la composición elemental de la materia viva y la composición elemental telúrica, hemos dado de veneno y de inocuo, evitan sacas de ellas aplicaciones prácticas.

Tenemos pues que conformarnos con dar la racional explicación del hecho conocido en todo tiempo, de que un

53 mismo elemento pueda recorrer las tres fases de alimento, medicamento y veneno y que era lo que dificultaba el vano empeño de los autores antiguos de encontrar definiciones exactas para esos conceptos; y confiar en que a tales especulaciones habrán de seguir deducciones que participen directamente del humanitario fin de todo estudio médico.

Variación de la aptitud biogénica de un elemento según el momento fisiológico o patológico del sujeto receptor.

Por otra parte, la tolerancia del organismo para un determinado elemento químico, o de otro modo la aptitud biogénica de éste no solo depende como hasta ahora he-

154.

54 /  
nos indicado de condiciones dependientes de él como son su peso específico en razón inversa según Poyès de su capacidad de combinación y potencial energético; su proporción en el porcentaje de la composición elemental telúrica, relacionado, según parece, con la composición elemental de la materia viva; y más que nada de la cantidad a que se administra y que puede cambiarse del más poderoso y útil modificador de la nutrición, en el veneno más activo; sino que depende también de condiciones fisiológicas o patológicas del organismo receptor y que son las que vamos a enumerar muy a la ligera.

Empezaremos por afirmar, como dice Arnózan, que no es posible deducir de la acción fisiológica de los medicamentos, su acción terapéutica, ó dicho de otro modo que no de-

55  
 Se pensarse que el conocimiento exacto de la aptitud hio-  
 genésica de los elementos químicos nos dé la clave de sus  
 indicaciones terapéuticas. Esta verdad indiscutible resta  
 cierto valor a los resultados experimentales, cuya esage-  
 rada generalización, cualesquiera que sean aquéllos, ha dan-  
 do lugar a muchos y graves errores en todas las cien-  
 cias y principalmente en medicina.

No quiero decir que sea indiferente el conocer o ig-  
 norar el modo de obrar de un elemento sobre el orga-  
 nismo en estado fisiológico, la determinación del órga-  
 no sobre el que de un modo principal desarrolla aquel  
 su aptitud hio genésica, y el modo especial como modi-  
 fica su función, pero no debe exagerarse al tratar de  
 deducir de tales conocimientos consecuencias prácticas

56  
para el uso terapéutico de aquéllos.

La enfermedad presenta los elementos anatómicos de diferente manera que en estado fisiológico, el protoplasma ha debido de sufrir por el mismo hecho del proceso morboso, modificaciones químicas aunque no sea más que consecuencia del trastorno de la nutrición, que tienen que alterar las reacciones bioquímicas que son el fundamento de la acción biogénica de los elementos químicos. El estado patológico es pues la principal condición de ~~los~~ que modifican la aptitud biogénica de los cuerpos simples, de las dependientes del organismo receptor.

Después de todo esta misma afirmación vemos que la hace la terapéutica refiriéndose naturalmente a los medicamentos por lo común de constitución química compleja, y jun-

57/  
dándose en iguales razones, es decir los elementos nuevos con que la enfermedad presenta los órganos o los remedios y con los cuales se contacta la fisiología. Unas veces se trata de una alteración química de los humores que obedecerá tal vez a perturbación en la función de una glándula de secreción interna o a productos bacterianos; en otras ocasiones la enfermedad modifica el estado químico de los órganos o de sus secreciones o produce una intoxicación de los tejidos por obrar sobre los enzimáticos, ocasionando una retención de los residuos de la nutrición, y siempre las células modificadas en su constitución química por la enfermedad y cualquiera que sea el íntimo mecanismo de su perturbación, encuentran quizás en el estado patológico afinidades químicas nuevas que explican el que muchos me

58 dicamentos obran de diferente modo cuando actúan en un organismo sano que cuando obran sobre uno enfermo, o, por lo que a nosotros más directamente nos importa, el que los estados patológicos modifiquen la aptitud biogénica de los elementos químicos.

No pretendemos deducir de las afirmaciones que preceden consecuencias radicales, negando utilidad a los experimentos fisiológicos, pues sin duda estos prestan reales servicios y lo único que hemos querido señalar es la necesidad de no deducir de aquellas irreversibles consecuencias cuando se trata de averiguar la acción de los agentes que estudiamos sobre organismos perturbados por la enfermedad.

Como dice muy bien Arnózan a este respecto nadie puede adivinar los efectos del agua contra el incendio por los efectos del agua sobre una pisa de madera que no arde:

ni nadie adivinará tampoco la acción del mercurio, de la quiniina, o del suero antidiftérico al prescribir su uso a sujetos que no padecen sífilis, ni fiebres intermitentes, ni difteria.

Es pues útil e indispensable conocer los efectos fisiológicos, pero la aptitud biogénica de los elementos químicos resultará por la enfermedad atenuada, exagerada ó modificada comparada con la que era en el estado de salud, de donde puede afirmarse que el ingreso en el problema de un elemento nuevo no permite establecer una conclusión lógica en un caso para el otro.

Las otras condiciones dependientes del organismo receptor y que modifican también la aptitud biogénica de los cuerpos simples, son ya menos interesantes, pues por lo general tan sólo determinan modificaciones cuantitativas; por

60 esto pasaremos a enunciarlos muy rápidamente, pues por otra parte son las mismas que hacen variar la acción de los medicamentos.

La edad es la primera de ellas. Los niños son por lo general más impresionables, de modo que reaccionan mejor con menores dosis, y en ellos por lo tanto está exagerada la aptitud biogénica, y por lo que se refiere a la terapéutica tienen que ser mucho menores las dosis de los medicamentos. La fase veneno de todo elemento químico está en ellos mucho más cercana: claro es que el organismo de los niños se defiende de esta peligrosa susceptibilidad con una mayor actividad de los órganos eliminadores, mas así y todo, tiene que reducirse la propología en la proporción aproximada que indican la conocida regla de Gaulier y la ley de Young.

61 Lo contrario sucede en la vejez: los tejidos reaccionan más torpidamente o sea que la aptitud biogénica está en ellos notablemente rebajada, condición puesta en resultados a la menor actividad eliminadora por estado senil del riñón y de los demás excretorios y que obliga en los viejos como en los niños a rebajar las dosis terapéuticas.

El sexo también imprime cierta modificación por lo común cuantitativa en la aptitud biogénica de los elementos químicos, lo que se explica porque la mujer como el niño reacciona más fácilmente, lo que llevado al terreno práctico marca la necesidad en uno y otro de disminuir las dosis terapéuticas de los medicamentos. La edad y sexo no es en absoluto cierto determinen solamente modificaciones cuantitativas, pues sabida es la particular tolerancia o extraordinaria actividad y peligroso empleo

de ciertos medicamentos en los niños para los cuales no son utilizables las reglas y fórmulas que rigen en estos la farmacología por estas fundadas solamente en la mayor actividad reaccional de los tejidos de organismos jóvenes. Y por lo que respecta al sexo hay experimentos fisiológicos que indican puede este imprimir modificaciones cualitativas a ciertos medicamentos. Haciendo pues una racional generalización es posible creer que una y otra fisiológica condición puede también imprimir modificación cualitativa en la aptitud biogénica de determinados elementos químicos.

Por último mencionaremos las grandes alteraciones cualitativas que ciertos estados patológicos pueden determinar y de las que antes no hemos dicho nada porque nos referíamos exclusivamente entonces a las de índole cualitativa.

63 Queremos hablar ahora de las lesiones de las vías de absorción o de las de eliminación, que facilitarán o retardarán la absorción, o perturbarán la eliminación, produciendo en consecuencia un aumento o una disminución de orden en cierto modo mecánico en la aptitud biogénica, alteración prácticamente real, pero en verdad solo aparente, pues tan solo debemos hacer cuenta de la cantidad de elemento absorbida y no de la ingerida, y en estos casos a igualdad de producto aprovechado y de no haber otra alteración en el organismo, el efecto es cuantitativamente y cualitativamente el mismo que en el estado fisiológico de la economía.

Parécenos que podemos dar por terminado este trabajo con solo decir algo de las fobias y filias elementales anunto del que podrían tal vez con el tiempo, desprenderse conse-

cuencias de interés indudable.

### Fobias y filias elementales

Se ha observado que para muchos organismos, existen elementos químicos favorecedores en ~~extremos~~ de su desarrollo y otros que son por el contrario nocivos en grado máximo; y en uno y ~~en~~ otro caso existe una desproporción entre lo marcado de la acción y la insignificante cantidad de elemento necesario para determinarla.

Estos experimentos se han hecho sobre todo con organismos inferiores y de ellos hemos hablado incidentalmente mas arriba.

La polycarpea spirostylis no puede vivir sin cobre, y es

suficiente cuteras una moneda de este metal en la ma-  
 ceta de cultivo para que desintegrándose leutisimamente  
 por los riegos viva lozana la planta. La viola calaminaria  
 exige también zinc, pero donde mejor se han estudiado  
 las fitas y filias elementales es en el Aspergillus niger  
 a partir del año 1870 en que J. Raulin publica con este ob-  
 jeto tesis doctoral. Esta planta es un hongo negro que  
 se desarrolla espontáneamente en líquidos ácidos azuca-  
 rados, como el zumo de limón, naranjas, etc., por la  
 gran abundancia y difusión de sus esporos y cuyo cul-  
 tivo artificial sirvió de fundamento al trabajo de Raulin.  
 El cultivo artificial tiene que hacerse en una solución  
 azucarada que necesite de varias sustancias minera-  
 les, de cuya naturaleza se demostró depende la abun-

166.

6  
caucera de la cosecha de *Aspergillus*, habiendo tras largos y pa-  
cientes ensayos encontrado la composición preferida para el  
desarrollo óptimo del hongo, y que es la siguiente:

Agua	_____	1500	gr.
azúcar caude	_____	70	"
ácido tartárico	_____	4	"
Nitrato amónico	_____	4	"
Fosfato amónico	_____	0'6	"
Carbonato potásico	_____	0'6	"
Carbonato magnésico	_____	0'4	"
Sulfato de zinc	_____	0'07	"
Sulfato amónico	_____	0'25	"
Sulfato ferroso	_____	0'07	"
Silicato potásico	_____	0'07	"

167.

57 a poco que se medite sobre las condiciones de esta mezcla, se comprende que el asuear, el ácido tartárico y el nitrato amónico por ser sustancias muy ricas en carbono y nitrógeno serán indispensables para la formación de los tejidos de la planta, pero llama la atención el que sea necesario la adición de cantidades tan insignificantes de zinc, de hierro y de silicio, elementos tan interesantes sin duda para la vida de la planta, puesto que su supresión determina la reducción de la cosecha de aspergillus:

al décimo para el zinc

al tercio para el hierro y

a los tres quintos para el silicio

Bertrand y Faurillier repitiendo los experimentos de Raoulin obtuvieron los mismos resultados, todavía un poco

68/  
exagerados por lo que respecta al papel favorecedor que tiene el zinc para la vida del *Aspergillus*, pues demostraron que la mayor parte de los minerales usados por Roulin tenían impurezas de zinc, y por lo tanto este elemento se encontraba en el cultivo, aun cuando directamente no lo agregase a éste -

Por el contrario otras sustancias presentan una influencia tan grande como el zinc para la vida del *Aspergillus*, aunque en sentido opuesto, principalmente el nitrato argéntico que impide el desarrollo de este hongo, con tal de encontrarse en el líquido de cultivo en la proporción de 1: 1.600.000 y el sublimado corrosivo que en la proporción de 1: 500.000 ejerce análoga influencia.

Pues bien, estas deducciones pueden generalizarse a los organismos superiores animales y vegetales e incluso al hombre que presentan análogas folias y filias elementales, de mecanismo evidentemente más complejo que las de los organismos inferiores antes citadas, pues estos están compuestos de células muy análogas y en cambio aquellos están constituidos por elementos anatómicos de morfología y fisiología muy variadas y que naturalmente habrán de tener sensibilidades también muy distintas.

Nos reduciremos a buscar explicación a este hecho evidente, de las folias y filias de los organismos. Las funciones de estos tienden a referirse hoy a acciones diastáticas, es decir que la realización de una función exi-

170.

70 /  
de la presencia de una diastasa que obra en cantidad infinitesimal con relación a la intensidad de los efectos, y en consecuencia otra substancia en cantidad proporcional a la insignificante de diastasa precisa para una función determinada, será capaz de destruir, anular o neutralizar a ésta, lo que traerá como consecuencia la suspensión de la función y según la importancia de esta así serán sus efectos.

Esta hipótesis tiene muy racionales fundamentos. En primer lugar vemos que todas las diastasas presentan esa sensibilidad extraordinaria a ciertos principios que tienen los seres vivos, y por consiguiente la de estos puede achacarse a la acción de los agentes fílicos o filicos sobre las diastasas del organismo paciente. Así vemos

71 /  
 que la lacasa o sea la diastasa que desdobra la sacarosa, disminuye su actividad en una mitad con  $\frac{1}{1.000.000}$  de nasa y  $\frac{1}{18}$  con  $\frac{1}{5.000}$  de cianuro de potasio. La lacasa resulta en cambio hipersensible para los ácidos.

Y para que no pueda suponerse que esto se debe el origen vital de dichas diastasas, se extendieron los experimentos á las diastasas artificiales como el platino ~~etc~~ coloidal de Bredig, preparado haciendo saltar la chispa eléctrica entre dos electrodos de platino sumergidos en agua, y el cual tiene la propiedad de descomponer con gran energía el agua oxigenada; méntas diastasas se comprueba igual que en las diastasas naturales y que en los seres vivos, resultando anulada su acción con el ácido sulfhídrico, el yodo y sobre todo

el ácido cianhídrico.

Admitamos pues que las p<sup>h</sup>ias y filias elementales de los organismos se explican por la naturaleza diastásica de las funciones de esta: pero ¿cómo actúa sobre la diastasa el agente perturbador de ella? Llamo la atención como hemos dicho la enorme desproporción entre la causa y el efecto, y que parece tener que alejar la idea de que se trata de una acción química; pero profundizando un poco vemos que esta desproporción es aparente solo. Tome-  
mos por ejemplo cual lo hace *Queluz* la descomposición del agua oxigenada por el platino coloidal, acción diastásica reducida a la mitad con una milmillonésima de ácido cianhídrico. Una molécula de este paraliza la mitad de los átomos de aquel, y como el peso molecular

173.

173.

de aquel ácido es 27 y el peso atómico del platino es 200, la desproporción no puede ser mas evidente. Resulta anulada, sin embargo, sin mas que considerar que no todos los átomos de platino han de entrar en la catalisis; que esa propiedad solo corresponde a la superficie del metal; que por más que el platino coloidal esté formado por partículas sumamente tenues no representa mas que el 5% del total, y por lo tanto la acción del ácido cianhídrico sobre el platino coloidal, se ve puede muy bien ser la consecuencia de una acción química ordinaria.

Podemos tambien demostrar que la enorme desproporción entre la causa y los efectos, cuando de los elementos físicos o físicos de los organismos vivos hablamos, es solo aparente, pues no resulta preciso que todas las células sean pa-

174.

74/  
realizadas simultáneamente, sino que basta que se suspenda una función vital por anulación de la diastasa precisa para ella por una acción química ordinaria dada la insignificante cantidad de aquella fisiológicamente necesaria.

De aquí la necesidad de admitir una acción electiva de los elementos químicos sobre determinada clase de células orgánicas y consiguientemente de función, cosa nada ~~de~~ extraña y en el fondo muy análoga a la acción electiva de las materias colorantes sobre los diferentes tejidos, hecho que constituye el fundamento del tinte, o sobre los diferentes partes de la célula y de lo que se valeen los micrografos para conseguir preparaciones doble y triplemente coloreadas.

175

Hemos ya desarrollado todos los puntos del programa que fijé en un principio, con la concepción que nos ha parecido oportuna dado lo extenso de la cuestión y los reducidos límites de un trabajo de esta naturaleza.

Estamos ya en el caso de sentar las siguientes

### Conclusiones.

- 1.º El atributo orgánico de la materia es impreciso.
- 2.º Aunque iguales materias componen y rigen los dos mundos sidéreo y epixidéreo, la análisis orgánica no ingresa en la análisis química general.
- 3.º Todas las sustancias orgánicas son compuestas de carbono, elemento que imprime ese carácter de particularidad que exhibe todo compuesto orgánico y que hace no pue-

75 da ser incluido en la análisis general, la análisis orgánica -

4<sup>o</sup> La condensación y la auto-saturación atómicas son características del carbono que explican el número crecidísimo de compuestos orgánicos.

5<sup>o</sup> Además del carbono son elementos constantes de todo material epixidéreo el nitrógeno, oxígeno e hidrógeno los cuales cuatro son para Preyer los elementos biogénicos esenciales.

6<sup>o</sup> Esto no son los únicos: Preyer califica de igual manera el cloro, azufre, fósforo, potasio, sodio, magnesio, calcio y hierro, y con algunas reservas el silicio y el fluor.

7<sup>o</sup> Estos catorce elementos son todos de exiguo peso atómico, lo que favorece solubilidad de compuestos y potencial energético grande, condiciones biogénicas

177  
 muy favorables; mas no tiene valor absoluto esta observación de Reynolds, pues en esta misma zona de su esquema espiral existen elementos como el helio, glucinio, boro, escandio, tántalo, vanadio y cromo que están bien lejos de ser biogénicos.

8<sup>o</sup> La análisis orgánica hizo extender la condición biogénica a otros elementos completamente distanciados de los colores pryerianos y que se consideraron como biogénicos accesorios.

9<sup>o</sup> Esta distinción es totalmente errónea, pues son todos ellos completamente imprescindibles: el cobre en la hemocianina de los cefalópodos, juega el mismo papel que el hierro en la hemoglobina de los vertebrados.

10<sup>o</sup> La materia viva ofrece un poder de adaptación elemental crecidísimo, hasta el punto de que se puede predecir que el medio ambiente ordinario no existe sino cir-

constancial.

11<sup>o</sup> Esta adaptación elemental tiene un máximo cuya fijación es imposible y que relaciona Preyer con la proporción en que el elemento entra en el porcentaje de la composición elemental telúrica.

x 12<sup>o</sup> Son posibles permutas elementales completas entre organismos vivos, sin apreciaciones sensibles en el cambio, siempre que se trate de elementos de máxima anisología química como el calcio, bario y estroncio, el fósforo y arsénico.

13. Esta substitución exige no se pase del máximo de adaptación en el elemento que ingresa, fijado aquél por la teoría biogeo-telúrica.

\* 14. El máximo de adaptación es determinado fija el concepto del veneno y del inocuo.

† 15. La noción de los máximos elementales no lleva

al error de deducir que todo ser vivo es de igual aptitud cuantitativa para cualquier veneno; pues nos referimos solo a los elementos químicos y no a sus compuestos que se rigen por un complejo heterogéneo de leyes bioquímicas, y porque además la adaptación no es igualmente soportada por todas las células, estando por lo general la nobleza del elemento en razón inversa de sus aptitudes.

16. El fósforo y el arsénico; el calcio y el bario; el carbono y el silicio son elementos de máxima analogía química con poder biogénico muy distanciado, circunstancia que podría explicarse con la teoría citada por Peyer y que hace admitir la posibilidad de un reino orgánico arsenical, bórico y silíceo, si al paralelismo primitivo agregamos el paralelismo bioquímico que demuestran las experiencias de Roussin y Papillon.

79

21. H.

x

17. La vida no exige pues un cierto y determinado ambiente elemental, sino que élla presenta facultad de adaptación a cualquier ambiente desde el punto de vista de la elementalidad.
18. Fijándonos en el ambiente actual, las circunstancias en que se presenta la mayor <sup>aptitud</sup> biogénica de los elementos preyerianos y que fijan la composición elemental del actual ambiente son:
- a) magnitud atómica poco elevada.
  - b) capacidad de combinación alta, y
  - c) abundancia natural.
19. El conocimiento de la composición elemental de la materia viva tiene una importancia química capital por depender de ella la tolerancia de los organismos a los diferentes cuerpos simples, y explicar la acción fisiogénica de estos.

20. Cada elemento imprime a sus compuestos un sello especial, en lo que respecta a su acción sobre el organismo, y rige las indicaciones terapéuticas de ellos.

a). del arsénico al salvarsán hay un efecto privativo indeleble.

b). el yodo y el bromo obran siempre como estimulantes de la oxidación orgánica, cualquiera que sea la forma en que se administran.

c). la terapéutica foprada se llama así por el carácter particular e indeleble que este elemento le imprime.

21. Alimentos, medicamentos y venenos son tres fases que puede tener todo elemento químico y sus mejores conceptos se derivan de la composición elemental de la materia viva, y directamente de la correspondencia entre ella y la composición elemental tetónica.

- 182
22. La aptitud biogénica depende también de circunstancias dependientes del organismo receptor, sobre todo del estado fisiológico o patológico de éste.
23. Las fobias y filias elementales pueden ser resultado de acciones químicas ordinarias, si admitimos la naturaleza diastásica de las funciones de los seres vivos.
24. La vida es una paralela del ambiente donde apareció y que circunstancias varias han singularizado: estas nacen de las condiciones químicas de sus elementos, y en cuantitativa idéntica a éstos. La vida es pues una contingencia química.

Rudolf Federicus (Copenhague) 17 12 16.

L'anno Melón  
Puis de Federicus

Señala.  
A Medina.

---

Juan Cisneros

---

Verificado el ejercicio en el día de la  
fecha fue calificado de Aprobado

14 Mayo de 1911

L. Peña

---

Juan Cisneros

---

Señala

---

El Yris  
Medina

---